

UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES

CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**SISTEMA DE GERÊNCIA E DOCUMENTAÇÃO PARA REDES PON
(FTTH)**

Leandro Carlesso

Lajeado, dezembro de 2017

Leandro Carlesso

SISTEMA DE GERÊNCIA E DOCUMENTAÇÃO PARA REDES PON (FTTH)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador: Prof. Ms. Edson Moacir Ahlert

Lajeado, dezembro de 2017

Leandro Carlesso

SISTEMA DE GERÊNCIA PARA REDES PON (FTTH)

Este trabalho foi julgado adequado para a obtenção do título de bacharel em Engenharia da Computação do CETEC e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Banca Examinadora:

Prof. Edson Moacir Ahlert, UNIVATES - Orientador

Mestre/Doutor pela <Instituição onde obteve o título – Cidade, País>

Prof. <Nome do professor>, sigla da Instituição onde atua

Mestre/Doutor pela <Instituição onde obteve o título – Cidade, País>

Prof. <Nome do professor>, sigla da Instituição onde atua

Mestre/Doutor pela <Instituição onde obteve o título – Cidade, País>

Lajeado

2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e minha namorada que me incentivaram desde o início da trajetória de bacharel e que me deram forças para concluir esta etapa.

Agradeço aos meus amigos de faculdade que me auxiliaram sempre que precisei, agradeço aos professores da Univates pela atenção que sempre me disponibilizaram.

Agradeço ao meu orientador prof. Edson Moacir Ahlert pela ajuda no rumo do trabalho.

RESUMO

A evolução em telecomunicações com o uso intenso de fibra óptica acompanhando a expansão tecnológica e a demanda de transmissão de dados tornou-se uma necessidade na atualidade. Novas estratégias vêm sendo adotadas para as redes de acesso e, dentre as mais proeminentes, estão as Redes Ópticas Passivas (PON) no contexto de FTTH (*Fiber to the Home*). Baseadas em fibra óptica e utilizando divisores de potência não alimentados por energia elétrica, essas redes são uma alternativa economicamente viável e cada vez mais comum. Este trabalho teve como objetivo construir uma ferramenta tecnológica que dê apoio aos funcionários de um provedor de Internet, e consiste em uma ferramenta de gerência e documentação de uma rede FTTH, baseada em mapa, com cadastros de caixas de atendimento, cadastro de clientes, entre outras funções. A ferramenta proposta contribui com a documentação da rede, agilidade na instalação e manutenção, com informações de CTOs (caixas de terminação ópticas) ou caixa de atendimento ao cliente próximas, além de manter um inventário atualizado e gerência facilitada dos recursos da rede óptica.

Palavras-Chave: Fibras Ópticas. Redes Ópticas. PON. FTTH. Gerência de Redes.

ABSTRACT

The evolution in telecommunications with the intense use of fiber optics accompanying the technological expansion and the demand of data transmission has become a necessity now. New strategies have been adopted for access networks, and among the most prominent are Passive Optical Networks (PON) in the context of FTTH (Fiber to the Home). Based on fiber optics and using non-electric power splitters, these networks are an economically viable and increasingly common alternative. This work aimed to build a technological tool that supports the employees of an Internet service provider, and consists of a management and documentation tool for a FTTH network, based on a map, with boxes of service, customer records, among functions. The proposed tool aims to contribute to network documentation, agility in installation and maintenance, with information from nearby optical termination boxes (CTOs) or customer service box, as well as maintaining an up-to-date inventory and easy management of optical network resources.

Keywords: Optical Fiber. FTTH. PON. Network. Network Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Inserção de luz fibra óptica.....	17
Figura 2 – Tipos de redes FTTX.....	19
Figura 3 – Estrutura de Redes FTTH	20
Figura 4 – Rede Óptica Passiva com distribuição de Internet e TV até o cliente.....	21
Figura 5 – <i>Splitter</i> Óptico.....	22
Figura 6 – Caixa de atendimento ao cliente	23
Figura 7 – OLT - Optical Line Terminal	24
Figura 8 – ONU - Optical Network Unit	25
Figura 9 – Grafos de topologias Barramento, Anel e Malha.....	25
Figura 10 – Grafos de topologias Estrela e Árvore.....	26
Figura 11 – Evolução dos padrões PON	28
Figura 12 – Rede APON.....	29
Figura 13 – Componentes Básicos de um LBS	31
Figura 14 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa	34
Figura 15 – Arquitetura do Cordova	39
Figura 16 – MVC (<i>Model-Controller-View</i>)	40
Figura 17 – Data-Binding AngularJS	41
Figura 18 – Software GeoGridMaps.....	43
Figura 19 – Software OptNet.....	44
Figura 20 – Modelo entidade relacionamento	52
Figura 21 – Diagrama de funções	53
Figura 22 – Tela de acesso ao sistema web (A) e tela de acesso mobile (B)	54
Figura 23 – Menu do sistema web (A) e menu mobile (B)	55
Figura 24 – Cadastro de caixa de atendimento	56
Figura 25 – Cadastro de <i>Splitter</i>	57
Figura 26 – Log do servidor <i>Radius</i> do cliente cadastrado.....	59
Figura 27 – Cadastro do cliente (Sem Sistema)	60
Figura 28 – Cadastro do cliente (Com Sistema)	60
Figura 29 – Tela cadastro de cliente (WEB).....	61

Figura 30 – Tela Cadastro do cliente (Mobile).....	61
Figura 31 – Mapa exibido no Sistema WEB	62
Figura 32 – Camadas de visualização (A) e Visualização da CTO (B).....	63
Figura 33 – Visualização das caixas de atendimento próximas	63
Figura 34 – Consulta de clientes no sistema.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Metodologia da Pesquisa	33
Quadro 2 – Navegadores Desktop que suportam o Google Maps	35
Quadro 3 – Navegadores Android compatíveis com o Google Maps	35
Quadro 4 – Navegadores IOS compatíveis com o Google Maps	36
Quadro 5 – Recursos Android Studio.....	38
Quadro 6 – Características do software OptNet.....	45
Quadro 7 – Comparação entre os Softwares	46
Quadro 8 – Requisitos funcionais do sistema	48
Quadro 9 – Requisitos não funcionais do sistema.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico das avaliações do sistema	66
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações das fibras ópticas monomodo	18
Tabela 2 – Perdas em divisores ópticos balanceados.....	22
Tabela 3 – Perdas em divisores ópticos desbalanceados	23

LISTA DE ABREVIATURAS

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
APON	ATM PON
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CTO	Caixa de Atendimento ao Cliente
EPON	Ethernet PON
FTTH	Fiber To The Home
FTTX	Fiber To The X
GPON	Gigabit PON
HTML	Hyper Text Markup Language
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IP	Internet Protocol
ITS	Intelligent Traffic System
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector
LAN	Local Area Network
OLT	Optical Line Terminal
ONU	Optical Network Unit
OTDR	Optical Time-domain Reflectometer
PON	Passive Optical Networks
WDM	Wavelength Division Multiplex
WWW	World Wide Web

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos Gerais	13
1.2 Justificativa e relevância	14
1.3 Estrutura e organização do trabalho	14
2 REDES ÓPTICAS PASSIVAS	16
2.1 Fibras Ópticas	16
2.2 Tipos de cabos ópticos e aplicações.....	18
2.3 Redes Ópticas Passivas	19
2.4 Elementos de um sistema de Comunicação Óptica Passiva.....	21
2.4.1 <i>Splitter</i> – Divisor óptico	22
2.4.2 CTO – Caixa de Terminação Óptica	23
2.4.3 OLT <i>Optical Line Terminal</i>	24
2.4.4 ONU – Optical Network Unit	24
2.5 Topologias de redes FTTH.....	25
2.6 Projeto de Rede FTTX	26
2.7 Padrões de redes PON.....	27
2.7.1 APON	28
2.7.2 EPON	29
2.7.3 GPON.....	30
2.8 Sistemas de Localização baseados em Mapas.....	30
2.9 Gerenciamento e monitoramento	31
3 METODOLOGIA	33
3.1 Google Maps API.....	34
3.2 Java Script	36
3.3 Android e Cordova	37
3.4 ANGULARJS	39
3.5 Bootstrap	41
4 FERRAMENTAS RELACIONADAS	42
4.1 GeoGridMaps.....	42
4.2 OptNet	44
4.3 Comparativo entre os Softwares.....	46
5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	47

5.1 Solução desenvolvida.....	47
5.2 Requisitos funcionais do sistema web e mobile	48
5.3 Requisitos não funcionais do sistema web e <i>mobile</i>	50
5.4 Modelo Entidade Relacionamento	51
5.5 Diagrama de casos de uso do sistema web e <i>mobile</i>	52
5.6 Interface do sistema.....	53
5.6.1 Acesso ao sistema	53
5.6.2 Menu do sistema	54
5.6.3 Cadastro de CTO (Caixa de atendimento ao cliente)	55
5.6.4 Cadastro de <i>Splitter</i>	56
5.6.5 Cadastro de Cliente.....	58
5.6.6 Dados do Mapa	61
5.6.7 Consulta de Clientes	63
 6 AVALIAÇÃO E RESULTADOS	 65
 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 67
 REFERÊNCIAS.....	 69

1 INTRODUÇÃO

A Internet ou rede mundial de computadores foi inicialmente criada na guerra fria, entre as décadas de 1970 e 1980 com objetivos militares, para se constituir numa forma de comunicação robusta e sem falhas. Um grande marco da Internet foi em 1990, quando foi criado protocolo *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) e a linguagem *Hypertext Markup Language* (HTML), que juntas tornaram-se a *World Wide Web* (WWW), ou seja, a “Rede de Alcance Mundial”.

A partir daí foi lançada para o público em geral, e os sites (páginas da Internet) e as aplicações para a Internet começaram a ser criadas, com estruturas bem básicas, com poucas funcionalidades e normalmente só conteúdo baseado em texto (COSTA, 2007).

Costa (2007), destaca que, com o passar do tempo surgiram os provedores de serviço, que entregavam aos seus clientes produtos baseados em demandas de mercado, outro grande ponto é o fato de que a rede é descentralizada, ou seja, é distribuída entre os participantes da mesma, o que proporciona uma topologia com vários caminhos para chegar ao mesmo destino.

Muitas tecnologias de acesso à Internet doméstica já passaram pelo mercado, tais como a discada, que utilizava o telefone fixo, deixando ele sem possibilidade de uso quando era feita a conexão e sua taxa de dados não passava de 56 Kbps (kilobits por segundo), após chegou o (ADSL) *Assymmetric Digital Subscriber Line*, que também utilizava a linha telefônica, mas em uma frequência alternativa, deixando o telefone liberado para uso, chegando a velocidades de até 8 Mbps (megabits por segundo).

Também temos a conexão à rádio, que utiliza antenas e micro-ondas como meio de transmissão, onde são instaladas várias repetidoras, pois para uma boa conexão é necessária uma boa visada, geralmente com velocidades de até 15 Mbps.

Atualmente a tecnologia que mais tem se destacado no mercado e que veio para ficar, é a fibra óptica, no conceito (FTTH) *Fiber To The Home*, ou seja, a fibra óptica chegando até as residências. Sua maior vantagem é a baixa latência e a alta velocidade de conexão, chegando à faixa dos gigabits por segundo.

A necessidade de velocidades cada vez maiores no acesso à Internet se dá pelos inúmeros serviços disponibilizados na Internet na atualidade, tais como acesso a bancos de dados e telefonia que importante para as empresas; rede de sensores e monitoramento, importante para a segurança pública e indústrias em geral; teleconferências, importante para comunicação entre usuários e empresas, acesso a vídeos e redes sociais, demanda de usuários domésticos; além de compras *online*, *home banking*, e uma infinidade de outros serviços.

Devido a essa demanda os provedores de serviço estão investindo alto em novas redes de FTTH, e uma grande preocupação é sobre a gerência e documentação destas redes, com vistas também a facilitar uma posterior manutenção desta rede, pois não há muitos softwares no mercado e muitos deles exigem um alto investimento e muitas vezes possuem pouca integração com os sistemas do provedor.

1.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema para controle de redes ópticas FTTH, baseado em mapa, propondo uma ferramenta para as atividades de gestão, controle e manutenção de redes ópticas passivas.

A ferramenta proposta pretende contribuir com a documentação da rede, agilidade na instalação aos clientes, na facilidade de conhecimento da rede e inclusão de novos clientes via aplicativo por meio de dispositivos móveis, e trará

informações de onde estão as caixas de atendimento próximas e se há vagas disponíveis para novos clientes.

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Conhecer os fundamentos e tecnologias de redes PON - Redes ópticas passivas e FTTH - Fibra até a residência do usuário;
- b) Pesquisar ferramentas e requisitos para gerência de redes FTTH;
- c) Definir os requisitos necessários para o funcionamento de um sistema de gerência para redes PON (FTTH);
- d) Planejar, construir, validar e testar o aplicativo desenvolvido;
- e) Implementar o sistema em uma situação real e analisar os testes e resultados da solução proposta.

1.2 Justificativa e relevância

A escassez de ferramentas para gerenciamento de redes ópticas impacta na qualidade dos serviços oferecidos pelos provedores de internet. Geralmente, é feito uso de diversas aplicações desvinculadas, que não atendem plenamente às necessidades operacionais.

As motivações que levaram a construção deste software é que atualmente há poucas ferramentas no mercado para gerência de redes FTTH, e as mesmas, além de terem um valor mensal relevante, não possuem integração com os roteadores da empresa, para poder fazer cadastros de clientes e outras funções.

Outro ponto importante é a necessidade de um aplicativo de *smartphone* que possa auxiliar o funcionário na instalação de um novo cliente proporcione uma agilidade maior na hora de cadastro e gerência de novos clientes.

1.3 Estrutura e organização do trabalho

O presente trabalho se encontra estruturado em 7 capítulos, o capítulo 1 traz a introdução do trabalho, com breve relato sobre Internet e as redes FTTH, além do problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos do trabalho, a justificativa e relevância do projeto. O capítulo 2 é composto de um estudo bibliográfico sobre fibra

óptica e suas tecnologias, topologias, aplicações e principais componentes das redes ópticas passivas. No capítulo 3 apresenta-se a metodologia e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do software. O capítulo 4 traz uma lista de softwares similares e suas características, usabilidade, integrações, entre outros detalhes. O capítulo 5 mostra a solução desenvolvida pelo autor, telas do sistema e suas funções. Os resultados obtidos são exibidos no capítulo 6. Por fim o capítulo 7 apresenta as considerações finais, dificuldades e lições aprendidas.

2 REDES ÓPTICAS PASSIVAS

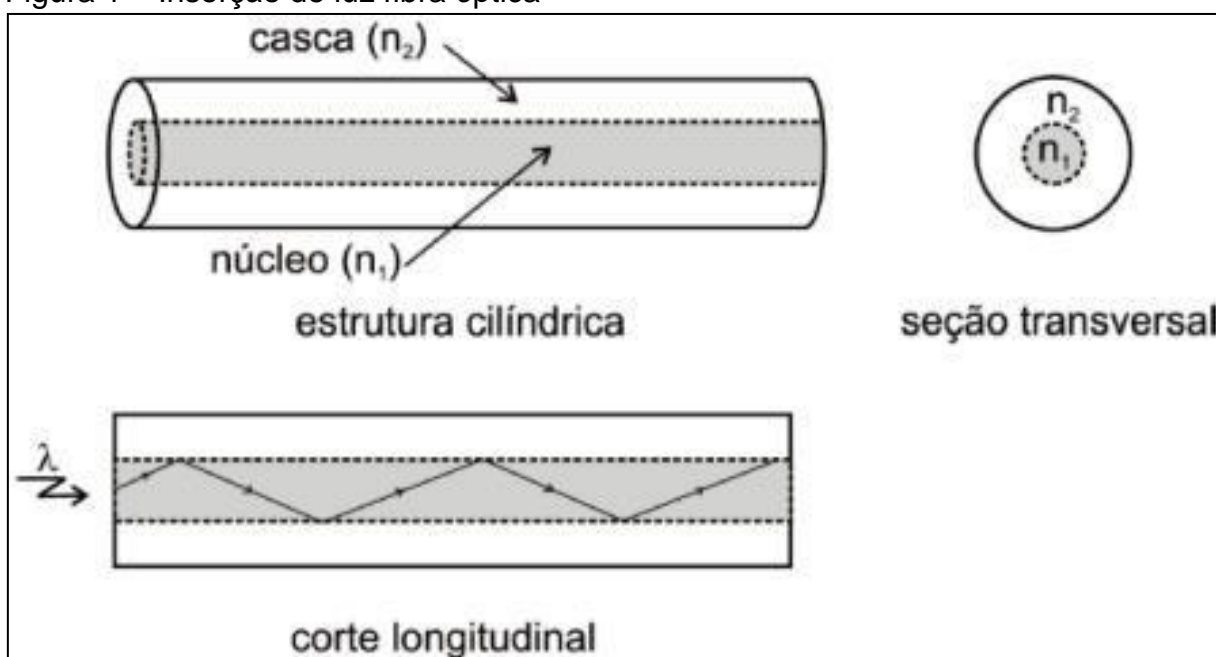
Neste capítulo serão abordadas as referências teóricas sobre fibras ópticas, suas características e aplicações. Ademais serão também conceituadas características de projetos e gerência de redes ópticas da atualidade.

2.1 Fibras Ópticas

Uma conexão de fibra óptica tem baixa perda entre seu transmissor e receptor, além de conseguir transmitir sinais analógicos ou digitais, o sinal é convertido de elétrico para óptico por meio de um conversor de mídia, em uma transmissão ponto a ponto, ou de uma (OLT) *Optical Line Terminal*, se utilizar FTTH. A conversão eletro-óptica e vice-versa é necessária, pois após a recepção, normalmente precisamos entregar esse sinal a um switch ou a uma placa de rede (MARIN, 2015).

Para Frenzel (2013), a fibra óptica opera com o princípio da reflexão interna total, onde um feixe de luz é focalizado em uma extremidade do cabo pelo seu núcleo, se o vidro utilizado na fabricação da fibra contiver poucas impurezas e o injetor for baseado em *laser*, a luz se propaga a vários quilômetros de distância, devido à reduzida atenuação do meio, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Inserção de luz fibra óptica



Fonte: Teleco (2017).

Para Marin (2015), às especificações de cabos ópticos devem estar dentro dos padrões determinados pelas normas, para um bom funcionamento dos enlaces, havendo normas com informações técnicas e detalhamento de projeto com cabos ópticos.

A fibra óptica é um filamento constituído de vidro com diâmetro menor que um fio de cabelo, ela pode ser de dois tipos, monomodo, com núcleo que varia de 8 a $10\mu\text{m}^1$ ou multimodo, com núcleo de 50 ou $62,5\mu\text{m}$. A monomodo é assim chamada por que apresenta um único caminho possível para propagação da luz e é a mais utilizada em transmissões a longas distâncias, enquanto a multimodo permite a propagação da luz em diversos modos e é a mais utilizada em redes locais (MARIN, 2015).

¹Um micrometro ou micrômetro é uma unidade de comprimento de símbolo μm , definido como 1 milionésimo de metro ($1 \times 10^{-6} \text{ m}$) e equivalente à milésima parte do milímetro.

2.2 Tipos de cabos ópticos e aplicações

Podemos classificar os cabos de fibra de acordo com seu tipo, a fibra multimodo tem os tipos OM1, OM2, OM3 e OM4. As diferenças são nas suas construções que suportam velocidades de 1 a 10 (Gbps) gigabits por segundo, já as fibras monomodo possuem os tipos OS1, mais barata e utilizada para ambientes internos e a OS2 utilizada para ambientes externos e redes *PON* (FRENZEL, 2015).

Há outra medida em relação à distância de transmissão que ela alcança que é chamada de “OF”, que se classificam em OF-300, para trezentos metros, OF-500, para quinhentos metros e OF-2000, para dois mil metros (MARIN, 2015).

Para Marin (2015), temos nas fibras ópticas o que é chamado de “janela de transmissão”, que são as faixas de transmissão de luz em que a fibra apresenta melhores desempenhos. Essas faixas são os comprimentos de ondas mais comuns utilizadas na transmissão óptica. As fibras multimodo utilizam 850nm e 1300nm e utiliza *leds* ou *laser* para multimodo para transmissão, e as monomodo utilizam como comprimentos mais comuns 1310nm e 1550nm e utilizam laser para transmitir.

A Tabela 1 descreve as especificações dos cabos de fibra monomodo, destacando a superioridade das fibras OS2 que tem uma atenuação máxima de 0,4dB/km, tornando a mesma mais interessante para uso para longas distâncias.

Tabela 1 – Especificações das fibras ópticas monomodo

Classificação	Atenuação máxima dB/km	
	1310 nm	1550 nm
OS1	1,0	1,0
OS2	0,4	0,4

Fonte: Marin (2015).

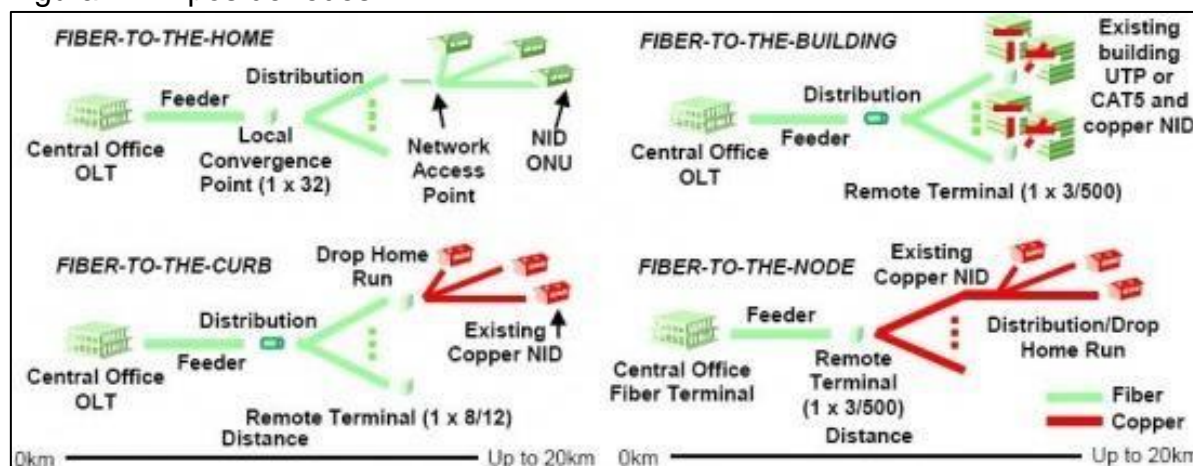
Tendo em vista um projeto de rede óptica, as classificações ajudam a decidir qual o modelo mais apropriado, com o melhor custo possível para a conclusão do projeto com qualidade e sucesso.

2.3 Redes Ópticas Passivas

Até hoje, a principal aplicação das fibras ópticas estão em redes de longas distâncias, interligações de serviços de telefonia e *backbone* de Internet, mas com o aumento das velocidades entregues até os clientes, as redes ópticas passivas estão tomando um lugar importante na distribuição de Internet até o cliente, conceito este chamado de FTTH.

Há outras derivações do nome, um dos mais comuns é o FTTx, ou “Fibra até X” onde “X” pode ser “Home” ou “Apartment”, nestas três modalidades a fibra vai da central até o usuário final. Já nas modalidades FTTN, fibra até um nó, que pode ser um poste ou qualquer outro ponto, FTTC onde a fibra chega somente até um armário de rua e FTTB fibra chegando até o prédio, após esses pontos o sinal pode ser distribuído por outra tecnologia como DSL ou cabo de par trançado ou a que for conveniente para a operadora. Um exemplo dessa tecnologia está na Figura 2 (FRENZEL, 2013).

Figura 2 – Tipos de redes FTTX



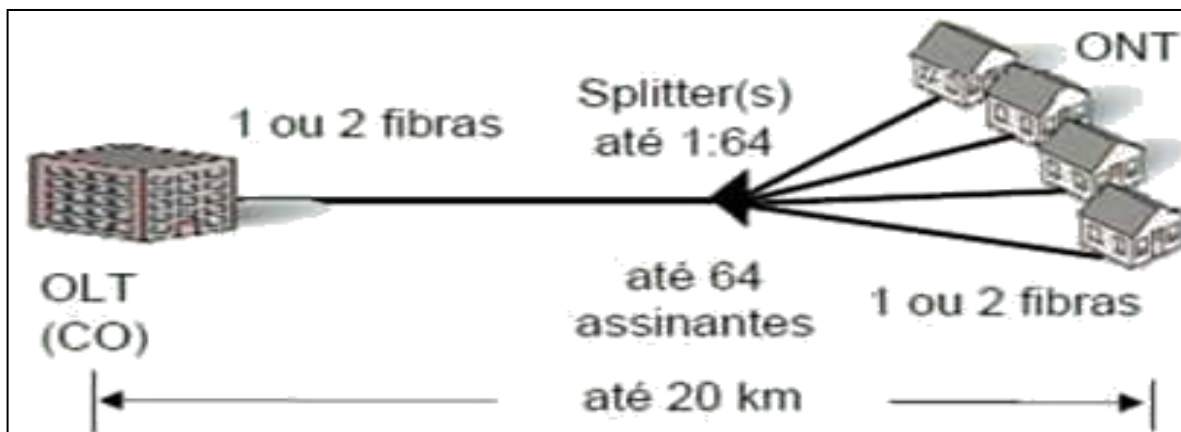
Fonte: FTTH Council (2017).

A inovação nas redes ópticas passivas veio por conta da remoção dos repetidores de sinal, que são um incômodo para manutenção da rede e consomem energia, e em lugar destes foram utilizados elementos passivos, que não necessitam de energia. Daí vem o nome da tecnologia, redes ópticas passivas ou PON.

Independente das variações dos nomes que relatam a FTTX, os componentes principais da tecnologia serão compostos por uma rede de fibra óptica monomodo,

equipamentos para as centrais de assinantes OLT e elementos passivos que estão no meio do caminho, denominados *splitters*, conforme Figura 3 (FURUKAWA, 2017).

Figura 3 – Estrutura de Redes FTTH



Fonte: Furukawa (2017).

Estes elementos passivos utilizados nestes enlaces são os divisores ou combinadores de sinais, utilizando lasers de alta potência e cabos com pouca perda de sinal consegue-se chegar até 20km em uma rede PON sem qualquer tipo de amplificação do sinal e é por esse motivo que a rede PON tem conquistado o mercado (FRENZEL, 2013).

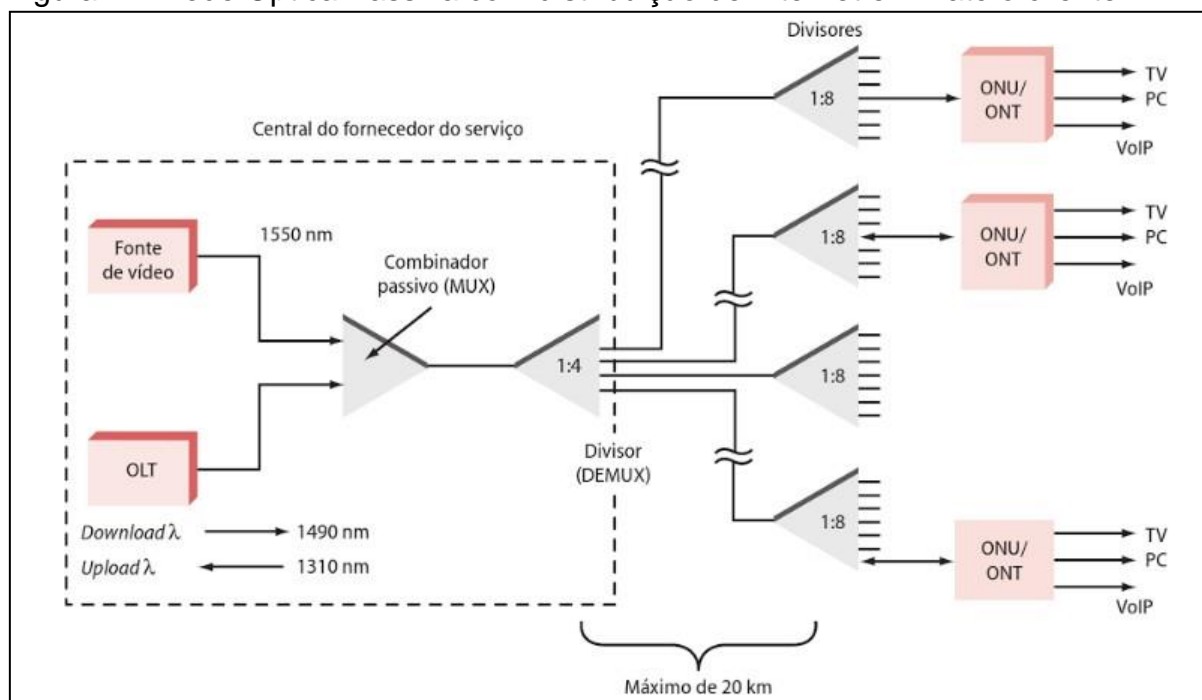
As redes PON devem dominar o mercado de telecomunicações, principalmente nas aplicações de dados e telefonia pela Internet, bem como serviços outros a partir da Internet, como a IPTV. A (IPTV) *Internet Protocol Television* ou (TVIP) *Televisão por IP* é um novo método de transmissão de sinais televisivos. Assim como o (VOIP) *Voz sobre IP*, o (IPTV) usa o protocolo IP *Internet Protocol* como meio de transporte do conteúdo.

Para Frenzel (2013) às redes PON tem características muito superiores às das típicas conexões de TV a cabo, (DSL) *Asymmetric Digital Subscriber Line* e as conexões a rádio, pois ela consegue entregar velocidades que ultrapassam os 100Mbps, onde suas concorrentes não chegam nem perto disso.

As redes PON utilizam um conceito de multiplexação por divisão de comprimento de onda (WDM) que oferece um avanço na capacidade de transmissão das fibras, a técnica é utilização de múltiplas fontes de luz que operam em comprimentos de ondas diferentes com fluxos de dados independentes e sendo transmitidas simultaneamente sem interferência entre as mesmas (KEISER, 2014).

A Figura 4 mostra uma rede PON, com sinal de TV incorporado na central do fornecedor do serviço propagando sobre fibra óptica, entregue até a residência do cliente.

Figura 4 – Rede Óptica Passiva com distribuição de Internet e TV até o cliente



Fonte: Frenzel (2013).

Essa possibilidade de entregar sinal de TV de alta qualidade para os seus clientes é possível graças ao WDM, pois há uma inserção de um sinal com outra faixa de frequência que não interfere na frequência principal que a OLT trabalha. Como a Figura 4 mostra, a OLT trabalha com a faixa de frequência de 1490nm para enviar os dados para as (ONUs) *Optical Network Unit*, 1310nm para receber os dados das ONUs, e o sinal de vídeo é injetado na frequência de 1550nm.

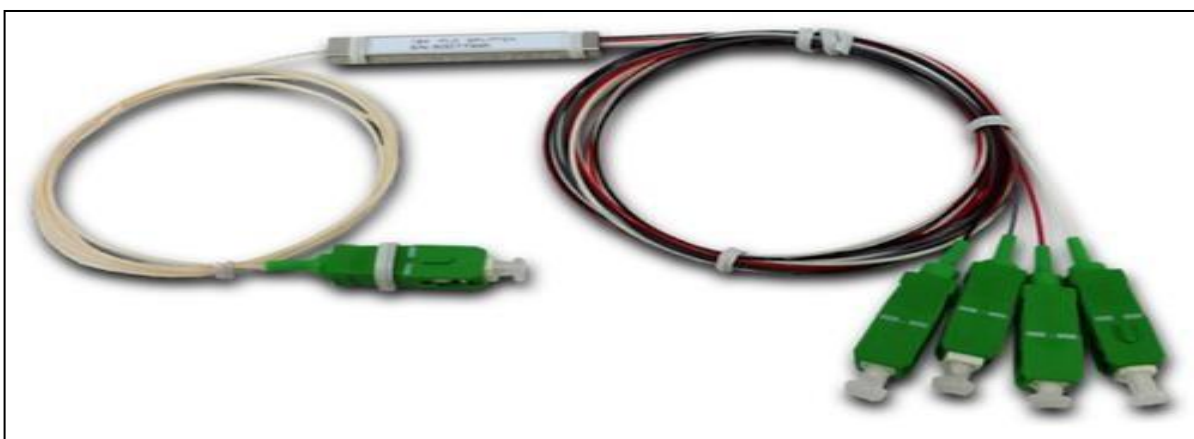
2.4 Elementos de um sistema de Comunicação Óptica Passiva

Para Keiser (2014), uma rede PON é estruturada a partir dos equipamentos envolvidos na rede, desde a central de comunicação, até o equipamento do cliente. Vamos apresentar agora os principais elementos que fazem essa rede funcionar.

2.4.1 Splitter – Divisor óptico

Um dos principais elementos de uma rede PON é o *splitter*, também chamado de divisor óptico, ele fica entre a OLT e a ONU, instalado dentro da (CTO) caixa de terminação óptica ou da (CEO) caixa de emenda óptica. Ele é um elemento passivo, que não necessita alimentação por energia elétrica nem refrigeração, e tem por finalidade dividir o sinal óptico de entrada em múltiplas saídas que se conectaram às ONU dos clientes, ilustrado na Figura 5 (FURUKAWA 2017).

Figura 5 – Splitter Óptico



Fonte: FURUKAWA (2017).

Toda divisão provoca uma atenuação e por conta disso gera uma perda de sinal, chamada de perda por inserção. Essa perda varia de acordo com o tamanho de saídas que o *splitter* tem, há dois tipos de *splitters*, os balanceados e os desbalanceados. A Tabela 2 mostra a perda de potência dos *splitters* balanceados.

Tabela 2 – Perdas em divisores ópticos balanceados

DIVISÕES	PERDA NO DIVISOR ÓPTICO (DB)
2	3.7
4	7.3
8	10.5
16	13.7
32	17.1
64	20.5

Fonte: Do autor, baseado em Furakawa (2017).

A Tabela 3 mostra a perda de sinal que ocorre nos *splitters* desbalanceados.

Tabela 3 – Perdas em divisores ópticos desbalanceados

MODELO	PERDA MAXIMA A (DB)	PERDA MAXIMA B (DB)
1/99	21,6	0,3
2/98	18,7	0,4
5/95	14,6	0,5
10/90	11	0,7
15/85	9,6	1
20/80	7,9	1,4
25/75	6,95	1,7
30/70	6	1,9
35/65	5,35	2,3
40/60	4,7	2,7
45/55	4,15	3,15

Fonte: Do Autor, baseado em Furukawa (2017).

A utilização dos *splitters* desbalanceados geralmente se dá em redes com pouca concentração de residências ou empresas, por exemplo, em uma via onde precisamos deixar CTOs ao longo do caminho, então a mesma via pode ser dividida várias vezes com diferentes quantidades de perdas a cada nova divisão.

2.4.2 CTO – Caixa de Terminação Óptica

As caixas de atendimento ao cliente ou CTO é a caixa que fica instalada no poste, onde recebe o cabo primário adicionado um *splitter* óptico que recebe em suas saídas os cabos *drop*, para acesso final ao cliente em redes FTTH, conforme Figura 6 (FURUKAWA, 2017).

Figura 6 – Caixa de atendimento ao cliente



Fonte: FURUKAWA (2017).

2.4.3 OLT *Optical Line Terminal*

O equipamento que distribui o sinal para os *splitters* e as ONU's é chamado de (OLT) - *Optical Line Terminal* ou Terminal de Linha Óptico, ele faz o gerenciamento de usuários e realiza as tarefas de controle de acesso, controle de banda, disponibilização de serviços entre outros, ele recebe os dados por meio de suas portas de *uplink* e os transmite para suas portas PON, que pode receber até 64 clientes em cada porta com uma banda de 1.25Gb utilizando o padrão (GEPON) *Ethernet PON*, padrão definido pelo IEEE e 128 clientes e 2.5Gb utilizando o padrão (GPON) *Gigabit PON*, padrão definido pelo ITU-T, conforme Figura 7 (FURUKAWA, 2017).

Figura 7 – OLT - Optical Line Terminal



Fonte: FURUKAWA (2017).

2.4.4 ONU – Optical Network Unit

O equipamento que fica na casa do cliente chama-se (ONU) *Optical Network Unit* ou (ONT) *Optical Network Terminal* e é capaz de transformar o sinal óptico que chega na porta PON em sinal elétrico, que sai na porta da rede local, além de funções de roteamento, DHCP, entre outras (FURUKAWA 2017).

Figura 8 – ONU - Optical Network Unit



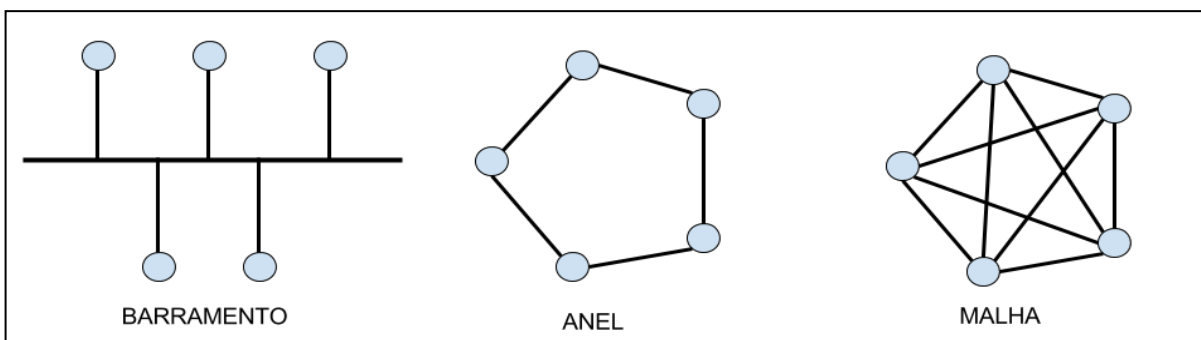
Fonte: FURUKAWA (2017).

Os elementos acima são os principais componentes de uma rede PON e é importante observar a compatibilidade entre eles na hora da compra, pois os equipamentos são compatíveis somente com um protocolo padrão.

2.5 Topologias de redes FTTH

Nas redes de telecomunicações encontramos muitos tipos de topologias que tem influência direta com a otimização e desenvolvimento das mesmas. Destas, a tecnologia mais simples é a de barramento, que foi criada há muitos anos, onde o meio é compartilhado com todos os usuários. Temos também a topologia em anel, onde cada nó é conectado ao seu vizinho fechando um ciclo de conexões, e temos ainda topologia em malha, que tem mais de uma ligação com seus vizinhos (ROSS, 2008).

Figura 9 – Grafos de topologias Barramento, Anel e Malha

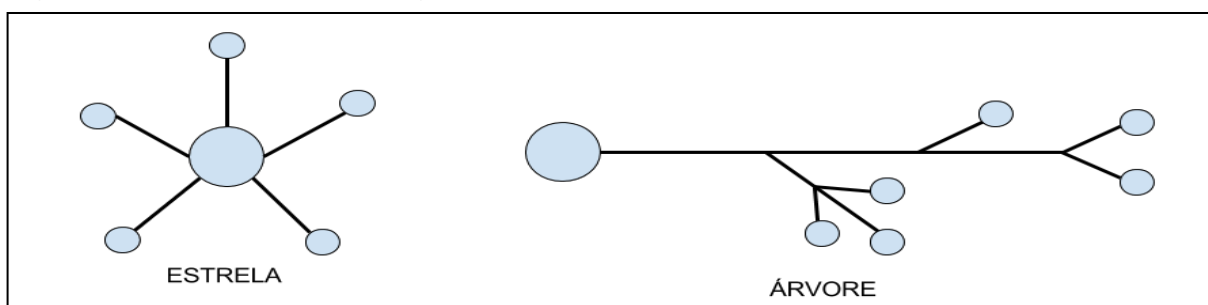


Fonte: Do Autor, baseado em Villalba (2009).

Para Villalba (2009) além destas, temos a topologia em estrela, onde todos dispositivos se conectam no nó central e a topologia em árvore, que surgiu da necessidade de difundir o sinal de onde ele é gerado até o cliente final, que no caso das redes PON é da OLT.

Ela foi criada para distribuição de TV a cabo, mas com o avanço das tecnologias foi introduzido mais um canal tornando assim possível a comunicação bidirecional e então foi possível utilizar para transporte de Internet e outros serviços.

Figura 10 – Grafos de topologias Estrela e Árvore



Fonte: Do Autor, baseado em Villalba (2009).

A topologia mais utilizada em redes PON é a em árvore, onde os *splitters* vão dividindo o caminho e podemos ir com mais luz para um lado ou para outro, a topologia em barramento também é utilizada em cidades do interior onde podemos utilizar somente uma fibra e ir dividindo a mesma, diminuindo o custo da implantação, e a tecnologia estrela também é utilizada em redes PON internas.

2.6 Projeto de Rede FTTX

Segundo Levay (2013) um projeto PON deve ser iniciado em relação a um mapa, pois o projeto é considerado com base na geografia e na infraestrutura disponível no local, assim será possível dizer em quais pontos a OLT, os *splitters* e as ONUs podem ser instaladas.

Atualmente, temos diversos sistemas digitais de mapeamento de cidades com informações de ruas, avenidas, esquinas, pontos de interesses, visualização de

imagens de satélite, vista da rua, prédios em 3D, tudo isso baseado em sistema de geolocalização (LEVAY, 2013).

Para Lafata (2013) a implantação de redes ópticas é lenta porque infraestruturas completamente novas de rede de atendimento e última milha precisam ser instaladas e os custos envolvidos são muito altos. A única possibilidade viável é fazer um projeto que consiga trazer o menor custo possível na instalação da rede utilizando algoritmos para calcular o menor tamanho de rede e o menor tamanho dos cabos até o cliente.

Os cálculos ajudam nas estimativas iniciais e um dos cálculos que podem ser utilizados é o cálculo de menor caminho tal como o algoritmo de *Dijkstra*, que são utilizados em aplicações de engenharia transporte, logística e design de circuitos elétricos, determinando o menor caminho em um mapa (LEVAY, 2013).

O projeto de uma rede FTTX leva em conta muitas variáveis. Lafata (2013) defende que um algoritmo de cálculo de projeto consegue chegar a dar uma estimativa de onde é o melhor local para ficar a OLT e onde deixar as CTOs para obter o menor custo em infraestrutura.

Utilizando um software que faça a simulação do projeto, o mesmo deve ser revisado por um engenheiro para prever os cálculos e ver se está tudo em conformidade, pois uma rede mal projetada pode se tornar um grave problema e com grande chance de ter que ser refeita.

2.7 Padrões de redes PON

As evoluções das redes ópticas estão além do aumento da capacidade de transmissão e da distância alcançada e a demanda é por aumento espectral das redes, os padrões estão evoluindo em busca de cada vez mais usuários sendo conectados em uma única porta PON das OLTs, e com mais capacidade de banda como mostra a Figura 11 (KEISER, 2014).

Figura 11 – Evolução dos padrões PON



Fonte: Keiser (2014).

A Furukawa (2017) dá recomendações sobre o uso dos protocolos EPON e GPON, como o custo do GPON é superior ainda há lugar no mercado para o EPON, o Quadro 1 mostra em mais detalhes.

Quadro 1 – Recomendação sobre o Padrão PON

ISPs que estão iniciando sua operação em fibra óptica?	EPON
ISPs que possuem menor variedade de serviços?	EPON
Aplicações de nicho como (ITS) <i>Intelligent Traffic System</i> e <i>Smart Cities</i> ?	EPON
ISPs com assinantes que possuem um nível de SLA mais restrito?	GPON
Exigências de QoS e controle/monitoramento avançados?	GPON
ISPs que provêem maior variedade de serviços?	GPON

Fonte: Do Autor, baseado em Furukawa (2017).

Falaremos desses protocolos destacando os pontos fortes e suas tecnologias utilizadas no próximo subcapítulo.

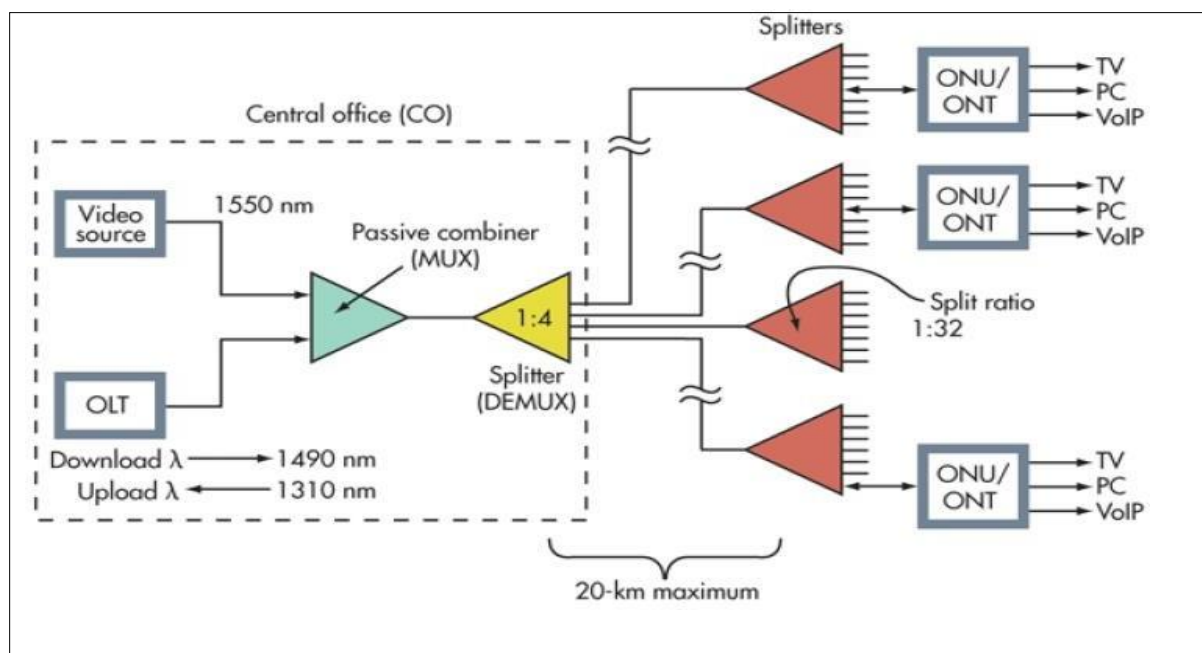
2.7.1 APON

Segundo Lam (2007) o padrão (APON) ATM PON foi iniciado pelo consórcio de rede (FSAN) *Full Service Access Network* e transferido para a ITU-T com a norma G.983, os sistemas APON foram implementados principalmente na América do Norte para redes ópticas da época, muitas ideias da norma G.983 foram

transportadas para o padrão G-PON G.984, a norma G.983.1 original foi publicada em 1998 que definiu as taxas de dados de 155.52Mbps simétricos.

Utilizava os comprimentos de onda 1310nm para o *upstream* e 1490nm de *downstream*, utiliza a injeção de vídeo no comprimento 1550nm e a distância entre a OLT e as ONUs não pode ser maior que 20 km, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 – Rede APON



Fonte: TELECO (2017).

Segundo Keiser (2014), às redes (BPON) *Broadband* PON que é baseada na APON e na técnica de transferência assíncrona ou ATM como protocolo de transporte e sinalização, está sendo eliminadas devido ao custo, que é muito mais alto em comparação às que utilizam *Ethernet*, sem contar os problemas de incompatibilidade.

2.7.2 EPON

Para Keiser (2014) a (EPON) *Ethernet* PON ou (GEPON) Gigabit *Ethernet* PON, utiliza protocolo *Ethernet* 802.3ah e devido a sua compatibilidade com as redes IP é a tecnologia dominante na Ásia, com uma taxa de transferência máxima de 1,25Gb simétricas *downstream* e *upstream* e suportando até 64 ONUs ou ONTs por porta PON.

A tecnologia garante seu lugar no mercado devido ao seu custo mais baixo, comparado ao GPON, pois há muitas empresas fabricantes de equipamentos EPON ou GEPON e devido seu protocolo ser aberto, há maior compatibilidade entre fabricantes, o que gera maior concorrência e menor custo (GIORGINI, 2010).

O padrão EPON é amplamente utilizado devido a essa compatibilidade entre fabricantes e uma boa taxa de dados, mas vem perdendo mercado para o GPON devido a quantidade de clientes por porta e sua capacidade de transmissão ser a metade comparada a esta tecnologia.

2.7.3 GPON

Para lidar com esses problemas e atender à crescente demanda a ITU-T criou a série G.984, com capacidades *Gigabit* ou GPON. Dando uma visão geral de alto nível dos componentes GPON e sua estrutura de referência, a norma ITU-TG.984.2, semelhante ao APON, a GPON também definiu uma única fibra ou fibra dupla, sua capacidade é *upstream* é 2488.32 Mbps (arredondando para 2,5 Gbps) e *downstream* 1244.16 Mbps (arredondando para 1,25 Gbps). Assim, suas taxas de dados são elevadas e podem ser simétricas ou assimétricas.

Segundo Keiser (2014), uma rede GPON contém serviços completos, ou seja, consegue transportar todo tipos de serviço, como 10 e 100 Mb/s *Ethernet*, o legado do telefone analógico, o tráfego digital T1/E1, os pacotes ATM e o tráfego de linhas alugadas com alta velocidade.

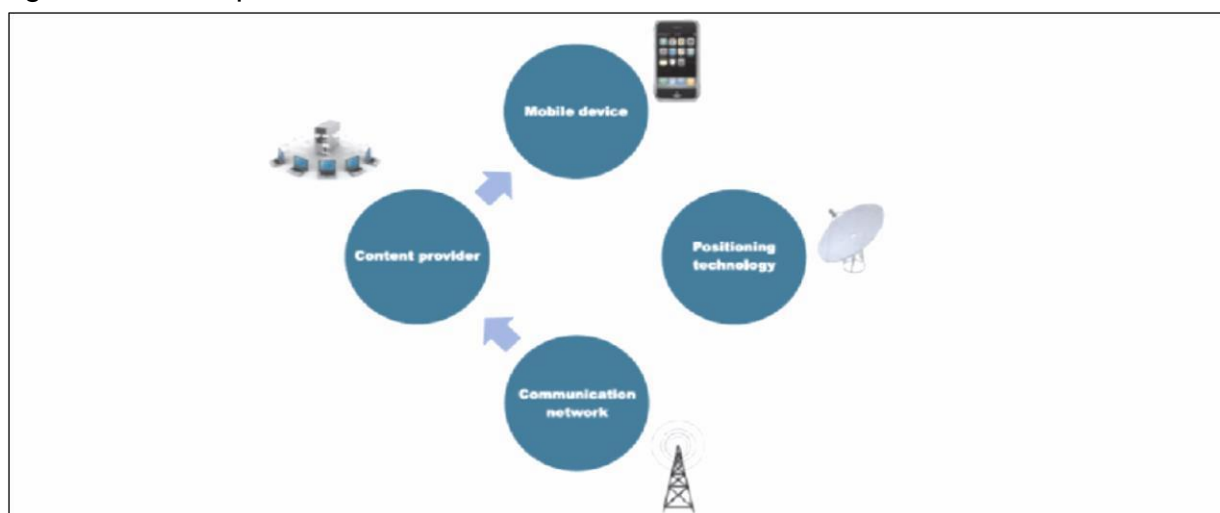
Outro ponto muito importante do padrão GPON é a quantidade de equipamentos que cada porta GPON, suporta a razão de 1:128, ou seja, podemos colocar 128 ONUs para cada porta GPON, o padrão dá suporte a QoS, segurança, entre outras funcionalidades, o que nenhum dos padrões anteriores suportavam, isso torna o padrão muito superior aos outros.

2.8 Sistemas de Localização baseados em Mapas

Segundo Ferraro e Aktihanoglu (2011), um sistema baseado em localização é capaz de determinar onde está o usuário, e relatar informações sobre ele, com esse serviço podemos responder às três questões, onde estou, o que posso fazer perto, o que achou desse lugar.

Um sistema (LBS) *Location-Based-Services* é baseado em alguns componentes como é exibido Figura 13, são eles, dispositivo móvel, rede de dados, componente de localização e provedor de conteúdo.

Figura 13 – Componentes Básicos de um LBS



Fonte: Ferraro e Aktihanoglu (2011).

Os *smartphones* tiveram uma importância na rápida absorção de serviços LBS, dado ao seu tamanho de tela ser geralmente grande e a inclusão quase que universal de tecnologias de localização (como GPS). O rápido crescimento da quantidade de *netbooks* e *tablets* também fizeram os desenvolvedores começarem a pensar em dispositivos móveis muito mais do que apenas telefones celulares (FERRARO; AKTIHANOGU, 2011).

2.9 Gerenciamento e monitoramento

Segundo Kitayama, Masetti-Placci e Prati (2006) o avanço em redes ópticas estimulou o monitoramento de desempenho óptico (OPM), particularmente no que se refere a medidas de qualidade de sinal, atenuação e dispersão. Além disso, a

necessidade de capacidade de gestão de falhas nos meios de transmissão é também impulsionada pela expansão das redes de acesso óptico.

Uma possível arquitetura de rede de fibra para o sistema de FTTH consiste em um número de divisores de potência óptica passiva em cascata que se originam a partir de uma fibra óptica e pode ser terminada nas premissas do cliente com nós ópticos.

Para Keiser (2014) as modernas redes de comunicação se tornaram uma parte essencial da sociedade, por isso é preciso oferecer um serviço com alto grau de confiabilidade, e as operadoras precisam de um meio para monitorar o status da rede, o monitoramento de desempenho óptico (OPM) acrescenta a esses princípios um padrão que verifica a camada física para analisar o comportamento temporal dos fatores básicos de desempenho.

A manutenção das redes PON, que são passivamente divididas, apresenta um novo conjunto de desafios para os prestadores de serviços, com a topologia estrela, os vários ramos da rede são susceptíveis a não ter a mesma distância a partir do transmissor de modo que não possa ser sondada facilmente, o que gera alta complexidade de resolução de problemas (KITAYAMA; MASETTI-PLACCI; PRATI, 2006).

O sistema OPM pode variar de apenas um simples verificador de sinal dos clientes (ONUs), até um sistema sofisticado que identifica as origens de uma ampla gama de deficiências de sinais e avalia qual impacto ele tem na rede (KEISER, 2014).

No próximo capítulo abordaremos as tecnologias utilizadas para criação do software de gerenciamento de redes PON, conhecendo suas características, recursos e principais aplicações e usos.

3 METODOLOGIA

Falaremos neste capítulo sobre como as tarefas foram organizadas e desenvolvidas e apresentaremos as tecnologias utilizadas no software proposto e as suas principais características.

Conforme anunciado, a proposta deste trabalho é desenvolver um sistema para controle de redes ópticas FTTX, baseado em mapa, propondo uma ferramenta para as atividades de gestão, controle e manutenção de redes ópticas passivas.

A ferramenta proposta pretende contribuir com a documentação da rede, agilidade na instalação aos clientes, pela facilidade de conhecimento da rede e inclusão de novos clientes via aplicativo de dispositivos móveis, e trará informações de onde estão as caixas de atendimento próximas e se há vagas disponíveis para novos clientes.

De forma resumida o projeto iniciou com uma pesquisa exploratória delimitando o problema a ser resolvido e quais as dificuldades e delimitações. Então foi realizado um levantamento bibliográfico com base no problema e conceituados os temas e tecnologias que seriam tratados ao longo do projeto e após levantados os requisitos do sistema a ser desenvolvido e posterior implementação.

Apresenta-se a seguir a Tabela 4 com a descrição da metodologia utilizada neste trabalho, com o objetivo de expor os caminhos que foram percorridos não só no levantamento dos dados do estudo, como também na forma de fazê-lo. Os dados pesquisados, segundo os métodos adotados e em articulação ao referencial teórico, pretendem dar explicações com o intuito de responder aos objetivos propostos.

Quadro 1 – Metodologia da Pesquisa

Quanto à	Aplicada	Busca gerar conhecimento para aplicação prática e
-----------------	----------	---

natureza		dirigida à solução de problemas específicos.
Quanto à abordagem do problema	Quali-quantitativa	O levantamento e coleta de dados sobre a aplicação desenvolvida valeu-se de entrevistas e percepção dos usuários do sistema.
Quanto aos objetivos	Exploratória	Objetiva um estudo de caso no próprio ambiente e contexto institucional.
	Descritiva	Realizada por instrumentos padronizados para a coleta de dados, formulação da proposta, implementação, testes e validação.
Quanto aos procedimentos técnicos	Pesquisa bibliográfica	Para consolidar o embasamento teórico do estudo, pesquisa bibliográfica forneceu os subsídios necessários para o trabalho.
	Pesquisa documental	Utilizando os registros da instituição, para obter informações para atender os objetivos propostos.

Fonte: Do autor (2017), baseado em Gil (2010) e Chemin (2015).

A metodologia de trabalho está dividida em cinco etapas interdependentes e que sucedem de forma cronológica conforme descrito no fluxograma abaixo, que apresenta, de forma resumida, as etapas do trabalho.

Figura 14 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A seguir temos as principais ferramentas utilizadas no desenvolvimento da solução, todas as ferramentas são gratuitas, mas algumas têm recursos limitados, somente disponibilizados ao adquirir uma licença de utilização.

3.1 Google Maps API

Criado no início de fevereiro de 2005, o Google Maps revolucionou o mercado de mapeamento digital incluindo várias funções até então nunca exploradas nesse cenário. É baseado em (AJAX) *Asynchronous* JavaScript e XML, um novo tipo de serviço cliente servidor com interação, mantendo uma conexão constante com o servidor para um *download* de forma mais rápida possível. A Google dedicou muitos

programadores e muitas linhas de código para produzir a API do Google Maps que inclui estruturas, objetos, classes e funções (GOOGLE MAPS, 2017).

A API pode ser utilizada em JavaScript, PHP, Angular e outras linguagens de script, sendo que a Google pede que seja feita um registro de uma chave de API, e se caso não for feita a chamada para o Maps, há limite de acessos diários. Os quadros a seguir mostram a compatibilidade com os navegadores web mais utilizados na atualidade com o aplicativo do Google Maps.

Quadro 2 – Navegadores Desktop que suportam o Google Maps

- Versão atual do Microsoft Edge (Windows)
- Internet Explorer 9 a 11, inclusive (Windows)
- Versões atual e anterior do Firefox (Windows, Mac OS X, Linux)
- Versões atual e anterior do Chrome (Windows, Mac OS X, Linux)
- Versões atual e anterior do Safari (Mac OS X)

Fonte: Google Maps (2017).

Abaixo, a lista de navegadores para o sistema Android, sistema operacional do Google, para uso em dispositivos móveis, como *smartphones*, *tablets*, etc, compatíveis com o Google Maps.

Quadro 3 – Navegadores Android compatíveis com o Google Maps

- Versão atual do Chrome no Android 4.1+
- Chrome *WebView* no Android 4.4+

Fonte: Google Maps (2017).

A seguir, a lista de navegadores para o sistema IOS, sistema operacional do Apple para uso em dispositivos móveis, como *smartphones*, *tablets*, etc, compatíveis com o Google Maps.

Quadro 4 – Navegadores IOS compatíveis com o Google Maps

- *Mobile Safari* nas versões principal atual e anterior do iOS
- *UIWebView* e *WKWebView* nas versões principal atual e anterior do iOS
- Versão atual do Chrome for iOS

Fonte: Google Maps (2017).

Assim, a Google Maps API permite exibir um mapa Google no aplicativo Android e esses mapas têm a mesma aparência que os mapas visualizados no aplicativo Google Maps for *Mobile* (GMM) e a API expõe muitos dos mesmos recursos.

3.2 JavaScript

Atualmente, na época digital, os navegadores de Internet (Browsers) conseguem processar quantidades enormes de informações, pode-se ter softwares, jogos, vídeos e outras ferramentas rodando diretamente do browser.

Uma das tecnologias que possibilita isso acontecer é o JavaScript, uma plataforma de scripting multiplataforma, criada pela Netscape. Ela roda tanto no *front-end* (lado do usuário) como no *back-end* (lado do servidor), e é uma linguagem orientada a objetos que consegue acessar os elementos HTML, tornando as mesmas dinâmicas, conseguindo perceber movimento tanto do teclado como do mouse (SHARMA; SHARMA, 2001).

Os elementos HTML são tratados como objetos e o JavaScript consegue consultar, alterar ou incluir as informações nos mesmos. Os objetos também possuem métodos para manipulação tais como *alert()* que abre uma janela de alerta, *resizeTo()* que altera o tamanho de uma janela, *moveTo()* altera a posição da janela, há também os manipuladores de eventos que podem ser utilizados, por exemplo em uma janela podemos usar o *onload()* que é quando ocorre o carregamento dela ou *unload()* que é quando ocorre a descarga, entre outros eventos disponíveis (SHARMA; SHARMA, 2001).

O JavaScript pode ser colocado em três lugares distintos num site em HTML pode ser inserido no corpo da página com as tags `<script></script>` e inserindo o

código JavaScript entre as tags, como uma função que é inserida no cabeçalho da página HTML utilizando as tags de script ou podem ser colocadas num arquivo separado utilizando o formato .js e então informando o local onde se encontra o arquivo de script (COSTA, 2007).

3.3 Android e Cordova

O mercado de smartphones está em seu auge devido sua mobilidade, facilidade e muitos recursos disponíveis como câmeras, músicas, jogos, GPS, acesso à Internet e e-mails. As empresas também estão buscando incorporar as aplicações móveis em seus sistemas de *back-end*, empresas obviamente visam lucro e os smartphones têm um grande espaço usando seu ponto mais forte que é a mobilidade (LECHETA, 2014).

As aplicações podem sincronizar informações diretamente de um servidor confiável da empresa em alguns instantes, podemos pagar contas bancárias lendo o código de barras de uma conta, entre inúmeras outras funções que podemos implementar (LECHETA, 2014).

Para acompanhar essa evolução e satisfazer os usuários, a Google se lançou nesse mercado e disponibilizou o Android, uma nova plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis, baseada no Linux, poderoso, ousado e flexível.

O Android é a primeira plataforma para aplicações móveis com código aberto (*open-source*), e isso representa uma grande vantagem devido a diversos programadores que poderão dar sua contribuição para melhorar o sistema. Para os fabricantes isso é melhor ainda, por poderem utilizar esse sistema em seu dispositivo, sem precisar pagar por isso (LECHETA, 2014).

O Android Studio é o ambiente oficial para desenvolvimento Android, e oferece diversos recursos, como os listados no quadro abaixo.

Quadro 5 – Recursos Android Studio

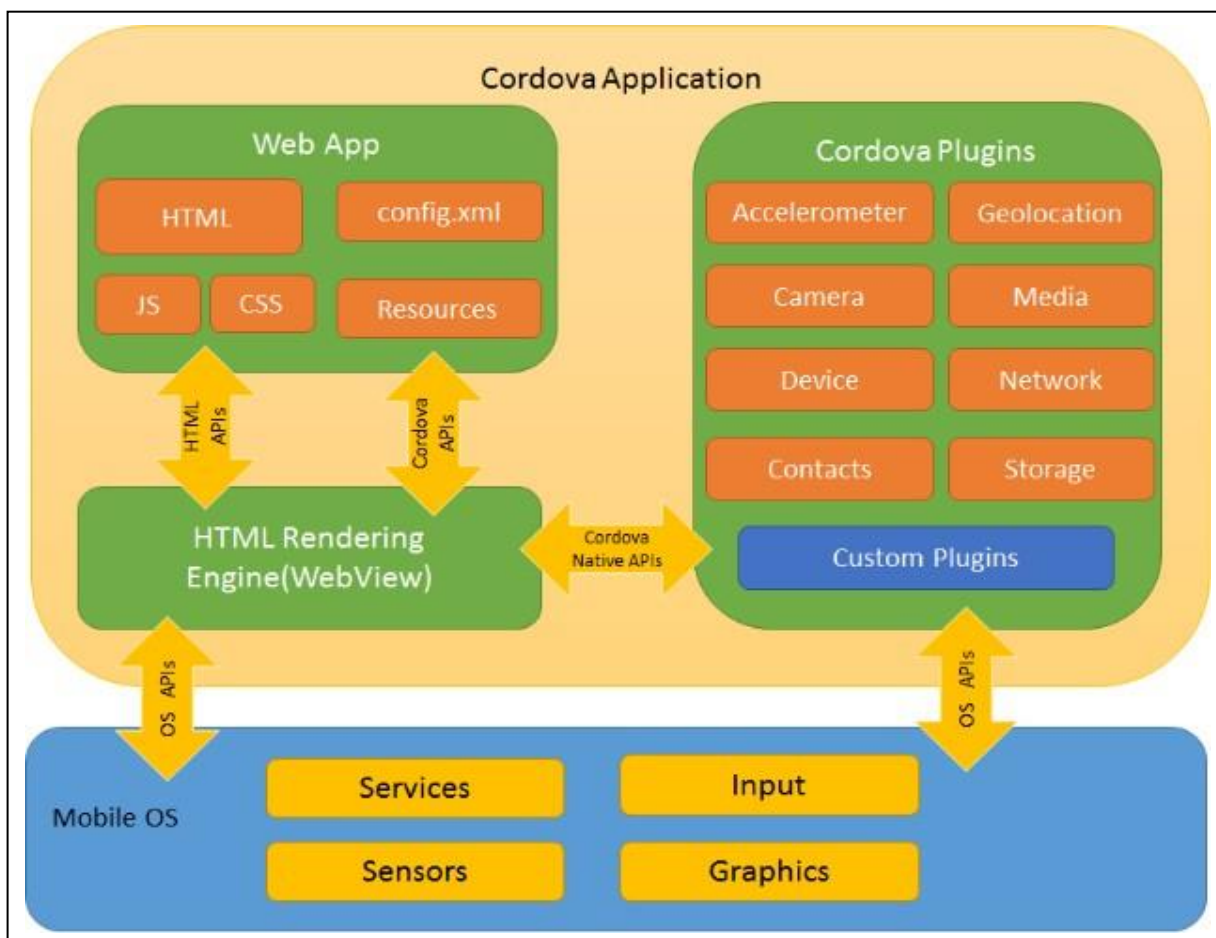
- Um sistema de compilação flexível baseado no *Gradle*;
- Um emulador rápido com muitos recursos;
- Um ambiente unificado onde você pode desenvolver para todos os dispositivos Android;
- *Instant Run* para enviar alterações a aplicativos em execução sem compilar um novo APK;
- Modelos de códigos e integração com GitHub para ajudar a criar recursos comuns de aplicativos e importar exemplos de código;
- Ferramentas e estruturas de teste abrangentes;
- Ferramentas de verificação de código suspeito para detectar problemas de desempenho, usabilidade e compatibilidade de versões, entre outros;
- Compatibilidade com C++ e NDK;
- Compatibilidade integrada com o *Google Cloud Platform*, facilitando a integração do *Google Cloud Messaging* e do *App Engine*.

Fonte: Google Android (2017).

O Apache Cordova é um framework desenvolvido em HTML5, CSS3 e JavaScript, sendo que seu código é transformado para dispositivos móveis utilizando plataformas cruzadas (CORDOVA, 2017).

A arquitetura do Cordova é bem completa, a Figura 15 mostra uma visão geral de alto nível sobre o funcionamento de sua arquitetura, listando alguns dos *plugins* que podem ser utilizados para acesso a recursos e como é feita a comunicação entre plataformas (CORDOVA, 2017).

Figura 15 – Arquitetura do Cordova



Fonte: Cordova (2017).

Um dos principais fatores de sua utilização é por ser uma ferramenta de código fonte aberto, e os aplicativos gerados por ele podem acessar recursos dos dispositivos como sensores, status de rede, dados, câmeras, entre outros (CORDOVA, 2017).

3.4 AngularJS

O AngularJS surgiu para ter modularidade, alto desempenho e produtividade, um metaframework onde as aplicações web podem ser desenvolvidas de forma rápida e confiável, os conceitos como código testável e separação de responsabilidades (MVC) Modelo-Visão-Controlador estão aplicados nele.

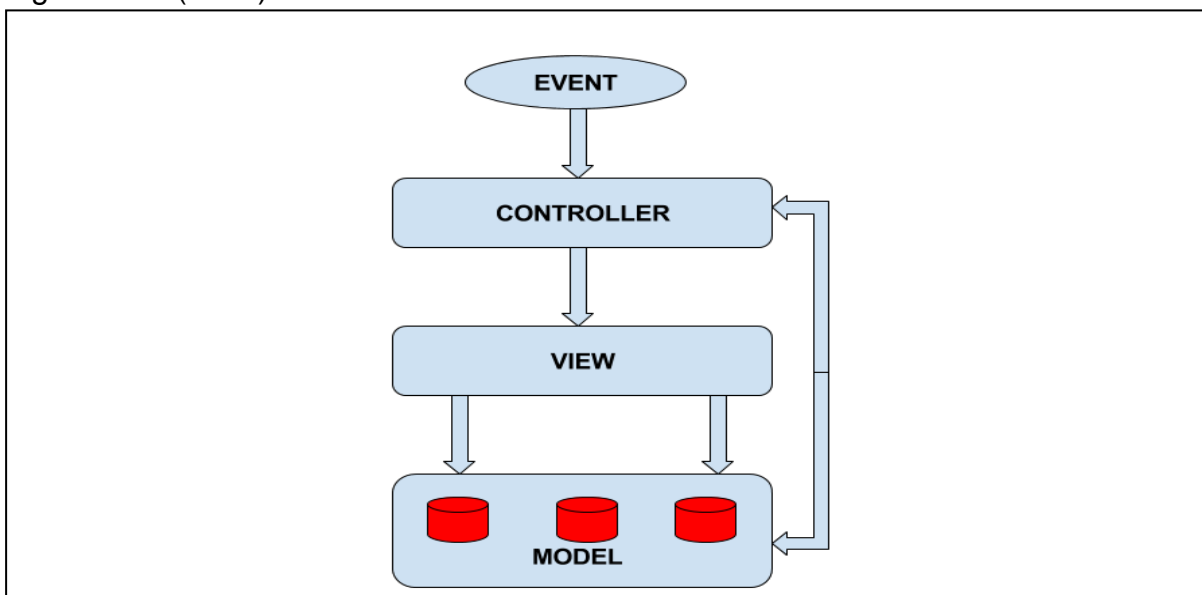
Ele permite aplicar práticas bem conhecidas e testadas na parte do *back-end*, e consegue uma produção acelerada na parte do *front-end*, além de uma estrutura

escalável para projetos complexos, e a melhor parte é que é tudo feito em JavaScript e HTML puro, o que é muito bom, pois não há necessidade de aprender uma nova linguagem (SESHADRI; GREEN, 2008).

MVC é o principal conceito do Angular, ele separa as unidades lógicas e responsabilidades no desenvolvimento das aplicações, o padrão MVC separa em 3 principais partes, conforme também ilustra a Figura 16 (SESHADRI; GREEN, 2008):

- O modelo (*model*), a força da motriz da aplicação. São os dados atrás do servidor que são acessados pelo servidor, todas UI com dados são derivadas do modelo ou de um subconjunto de modelo;
- A visão (*view*), que corresponde a UI. É o que o usuário vê e interage. A visão é criada com relação ao modelo da aplicação;
- O Controlador (*controller*) é a lógica de negócios e a camada de apresentação. Ele quem realiza operações e decisões do software.

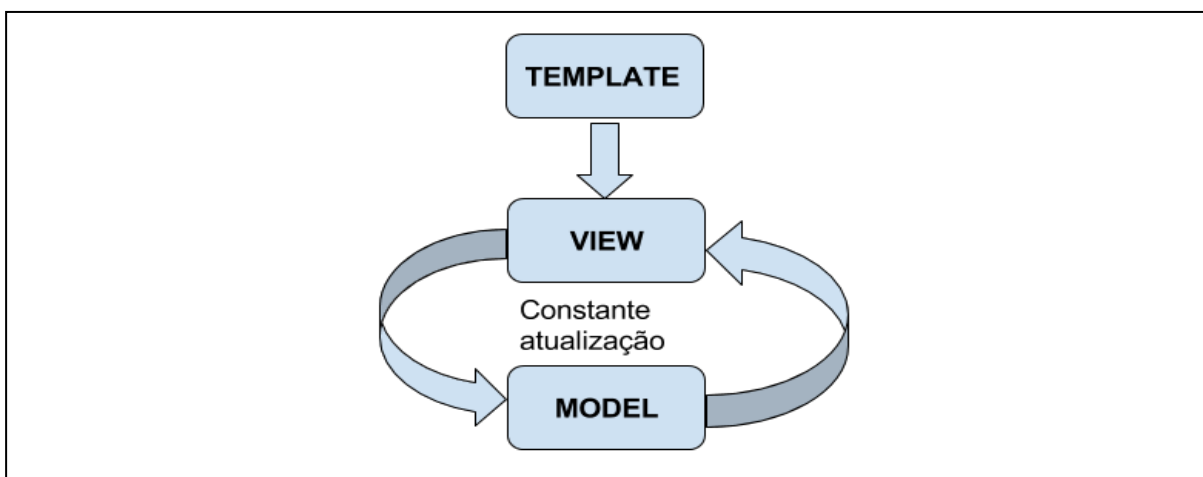
Figura 16 – (MVC) *Model-Controller-View*



Fonte: Do autor, baseado em Seshadri e Green (2008).

O Angular tem um conceito chamado *Data-Binding* que é a sincronização entre as camadas de modelo (*Model*) e de componentes de visualização (*View*). O Angular implementa isso, tornando para o desenvolvedor como se fosse uma única fonte de dados na aplicação, cada mudança na camada de visualização é alterada na camada de modelo e assim vice-versa. A Figura 17 mostra um exemplo deste processo.

Figura 17 – Data-Binding AngularJS



Fonte: Do autor, baseado em AngularJS (2017).

O AngularJS implementa um conceito de *Dependency Injection* ou injeção de dependência, que sempre que precisar de alguma informação não terá uma variável global, mas sim utilizar argumentos na sua função. O controle na injeção de dependência já está definido nos dois objetos explicados abaixo.

- **\$provider**, onde ficam as definições do tipo *provider* do módulo;
- **\$injector**, executa funções que resolve as dependências.

Os fortes conceitos aplicados ao AngularJS dão muito embasamento de como ele funciona e agiliza a criação de software, devido a reutilização de módulos e sincronização de camadas.

3.5 Bootstrap

Bootstrap é um framework de código aberto (*open-source*), que ajuda no desenvolvimento do *front-end* ele contém CSS, botões, ícones e outros componentes embutidos. Suas funções foram desenvolvidas em JavaScript e permite criar sites robustos e responsivos, sendo totalmente personalizável (SPURLOCK, 2013).

Ele melhora a parte visual significativamente, devido a seus vários componentes, podemos escolher o que vamos utilizar e o que não vamos e temos certeza que nenhum componente terá conflito com o outro. É preciso apenas alguns minutos para termos uma página com um estilo bem-acabado e sem erros.

4 FERRAMENTAS RELACIONADAS

Neste capítulo abordaremos duas ferramentas relacionadas para documentação e gerência de redes ópticas passivas, e serão relacionadas suas características e diferenças e uma comparação sobre suas funcionalidades e custos.

4.1 GeoGridMaps

GeoGridMaps (GGM) (disponibilizado em <http://www.geogridmaps.com.br>), é um software desenvolvido pela empresa MidiaLocal, localizada em Tubarão Santa Catarina. Ele dá suporte para documentação das Redes Ópticas Passivas (PON) e utiliza uma tecnologia de diagrama de fluxo de dados que garante mobilidade e facilidade.

O software tem cadastros relativos a infraestrutura de rede e utiliza mapas georreferenciados e imagens de satélite, se instalado em um servidor com acesso à Internet pode ser acessado de qualquer estação. A Figura 18 mostra a tela principal do sistema.

Figura 18 – Software GeoGridMaps



Fonte: GeoGridMaps (2017).

Funções do sistema (GEOGRIDMAPS, 2017):

- Cadastros de cabos;
- Cadastro de caixas de emenda;
- Cadastro de divisores ópticos passivos (*splitter*);
- Cadastro de estações;
- Cadastro de distribuidores ópticos;
- Cadastro de clientes.

Requisitos para instalação do sistema (GEOGRIDMAPS, 2017):

- Acesso SSH liberado;
- Firewall com liberação de portas (FTP, HTTP e MySQL);
- Disco rígido 80GB;
- Memória Ram 4GB;
- SO Debian 7.

Custo Mensal da solução (GEOGRIDMAPS, 2017):

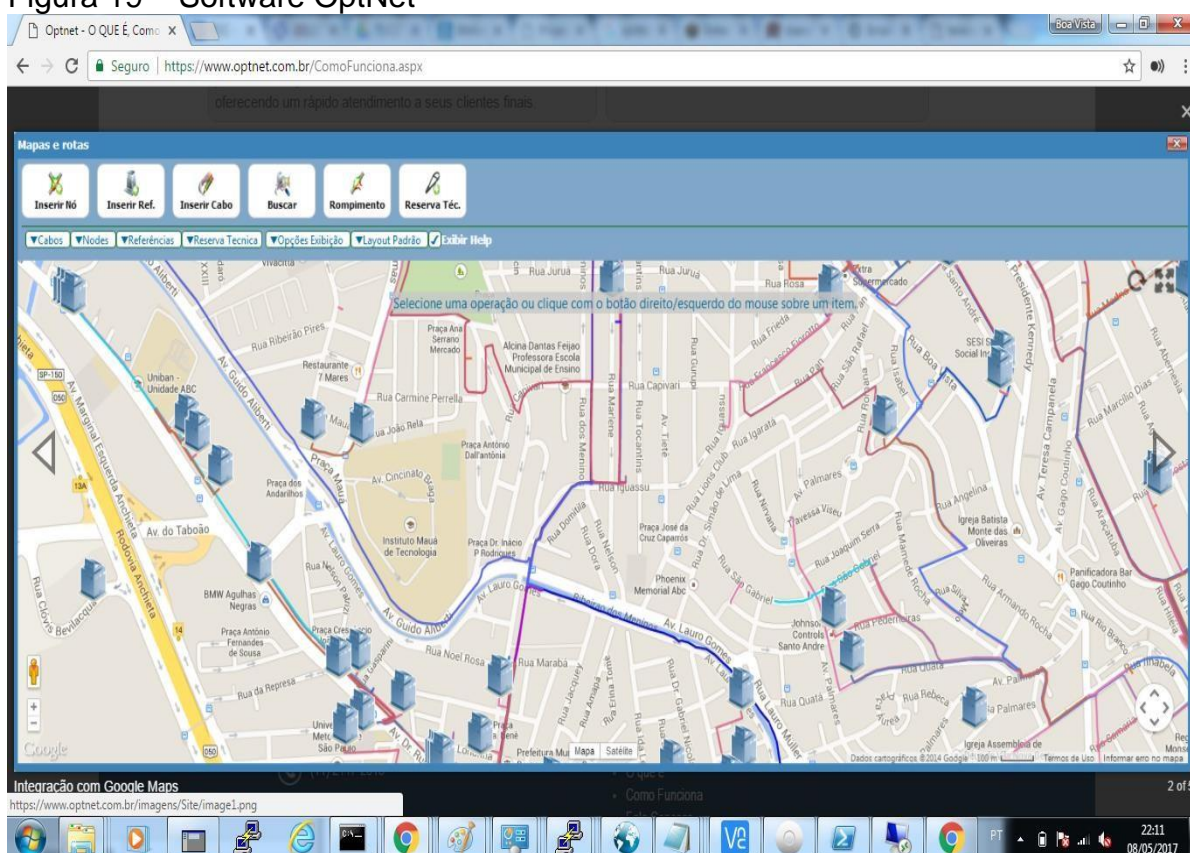
- 1 usuário: R\$ 270,00;
- 5 Usuários: R\$450,00.

4.2 OptNet

O OptNet (disponibilizado em <https://www.optnet.com.br>), é um software desenvolvido pela empresa Concept Soluções, localizada em São Paulo. Ele dá suporte na documentação de redes ópticas passivas, e possui duas versões, uma WEB, acessível pelo servidor da empresa e uma Desktop, para instalação nas dependências do cliente.

O software possui um controle de pontos críticos, que busca por caixas saturadas, e verificando possíveis pontos de cruzamento de rotas com sistema de redundância, oferece uma pesquisa de possíveis pontos de rompimentos, que agiliza o serviço na hora de uma falha.

Figura 19 – Software OptNet



Fonte: OptNet (2017).

Funções do aplicativo (OPTNET, 2017):

- Cadastro de cabo;
- Cadastro de rompimento;
- Cadastro de cliente;
- Cadastro de caixa de atendimento;
- Cadastro de *splitter*;
- Cadastro de reserva técnica.

O software OptNet trabalha com duas modalidades, a modalidade Web em que os dados são inseridos próprio servidor da OptNet e o acesso é através do site da empresa, ou na versão desktop onde é instalado no servidor do cliente. O Quadro 6 mostra a diferença entre as duas modalidades.

Quadro 6 – Características do software OptNet

	Desktop	WEB
Acesso	Restrito a rede local	Acesso WEB de qualquer lugar
Servidor Banco de dados SQL SERVER	Licença sob responsabilidade do Cliente	Já incluso na mensalidade – Responsabilidade Site
Suporte/Backup de banco de dados	Sob responsabilidade do Cliente	Já incluso na mensalidade – Responsabilidade Site
Mapeamento	Via Autocad (licença sob responsabilidade do cliente)	Via Google Maps
Quantidade de banco de dados	Ilimitado	Um banco em qualquer plano. Com possibilidade contratação adicional mediante pagamento mensal
Quantidade de quilometragem	Ilimitado	De acordo com o plano escolhido
Backup	Sob responsabilidade do Cliente	Backup diário Full – Responsabilidade Site
Número de usuários	Ilimitado – Restrito a um usuário simultâneo por licença instalada	Depende do plano contratado
Treinamento Grátis	Treinamento de 3h via Skype	Treinamento de 3h via Skype

Fonte: OptNet (2017).

Custos Versão Web (OPTNET, 2017):

- 1 usuário: R\$ 140,00 (Máximo 15Km de rede);
- 5 Usuários: R\$550,00 (Máximo 500Km de rede).

Custos Versão Desktop (OPTNET, 2017):

- R\$ 7.000,00 por licença instalada (pagamento único);
- R\$ 6.000,00 por licença instalada a pagar anualmente.

4.3 Comparativo entre os Softwares

Comparando os dois softwares utilizados no mercado nacional, concluímos que a tecnologia de Rede Óptica Passiva não está a muito tempo em atividade, e os softwares têm carência de diversas funções. Abaixo, avaliamos algumas variáveis com base nos testes efetuados pelo autor, para ter um comparativo entre os dois sistemas.

Quadro 7 – Comparação entre os Softwares

Característica	GeoGridMaps	Optnet
Nível de Usabilidade	Bom	Médio
Integração com Google Maps	Sim	Somente na Web
Informação de CTO próximas	Não	Não
Aplicativo <i>Mobile</i>	Não	Não
Integração com <i>Radius</i>	Não	Não
Mensalidade	Apartir de 250,00	Apartir de 140,00

Fonte: Do autor (2017).

5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Este capítulo apresenta a solução desenvolvida pelo autor para auxílio a provedores de serviço de Telecom, para controle de redes ópticas FTTX, baseado em mapa, propondo uma ferramenta para as atividades de gestão, controle e manutenção de redes ópticas passivas. O texto está organizado em levantamento de requisitos, detalhes das funções e testes da ferramenta.

5.1 Solução desenvolvida

Para dar mais agilidade e suporte aos funcionários de um provedor de internet foi desenvolvido uma ferramenta chamada PonAdmin que consiste em um sistema web utilizado para gerência e um aplicativo mobile utilizado pelos funcionários, o sistema é baseado em mapa, com cadastro de caixas de distribuição, cadastro de clientes e documentação de redes FTTH, auxiliando nas atividades de gestão, controle e manutenção de redes ópticas passivas.

A ferramenta contribui com a documentação da rede, agilidade na instalação nos clientes, devido a facilidade de conhecimento da rede e inclusão de novos clientes via aplicativo de dispositivos móveis, e trará informações de onde estão as caixas de atendimento próximas e se há vagas disponíveis para novos clientes.

O aplicativo mobile tem a mesma base do sistema Web, mas sua principal utilização é o cadastro de clientes e visualização das caixas de atendimento, para funcionamento do aplicativo o dispositivo deve estar conectado à internet e com o GPS ativado.

Foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais com base nos testes realizados pelo autor, e das pesquisas sobre os softwares de gerência e documentação.

5.2 Requisitos funcionais do sistema web e mobile

No Quadro 8, são apresentados os 8 requisitos funcionais do sistema que foram desenvolvidos.

Quadro 8 – Requisitos funcionais do sistema

RF0001 - Manter clientes			
O sistema deve manter os clientes cadastrados com as suas informações pessoais e as informações de velocidade de acesso da internet, usuário e senha do PPPoE, coordenadas da residência, código da caixa de atendimento, saída do <i>splitter</i> que ele está conectado as informações de usuário e senha precisam ser cadastradas no servidor <i>Radius</i> da empresa.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Média	Aprovado	1.0
RF0002 - Manter perfis de acesso			
As informações de perfis de acesso ao sistema devem ser mantidas, cada perfil poderá visualizar apenas determinadas informações necessárias para ele, seguindo o perfil instalador ou gerente.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0
RF0003 - Manter caixas de atendimento			
As caixas de atendimento que são instaladas nos postes devem ser mantidas para futura inclusão de clientes na mesma.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0
RF0004 - Manter <i>splitter</i>			
Dentro das caixas de atendimento são instalados <i>splitters</i> , os mesmos possuem de 2 a 64 saídas essas saídas são conectadas aos clientes e devem ser			

mantidas no sistema.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0
RF0005 - Monitorar caixas próximas no mapa			
Conforme a geolocalização dos <i>smartphones</i> ou do sistema web na visualização do mapa deve ser possível visualizar as caixas de atendimento próximas e os clientes já instalados nela.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Alta	Aprovado	1.0
RF0006 – Consultar clientes cadastrados			
O software deve ter uma consulta aos clientes cadastrados com as informações do mesmo.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Média	Média	Aprovado	1.0
RF0007 – Consultas de caixa de atendimento			
Os usuários com permissão devem ter acesso a consulta das caixas de atendimento ao cliente e informação dos clientes conectados nela.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Baixa	Média	Aprovado	1.0
RF0008 – Alterar senha			
Os usuários do sistema com perfil de “gerencia” devem poder alterar as senhas da aplicação.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Baixa	Baixa	Aprovado	1.0
RNF0009 – Cadastro no servidor <i>Radius</i>			
Após cadastro do novo cliente no sistema o servidor deve se conectar ao servidor <i>Radius</i> da empresa e lançar os dados do novo cliente por uma conexão SSH.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

5.3 Requisitos não funcionais do sistema web e *mobile*

No Quadro 9, são apresentados os 9 requisitos não funcionais do sistema que foram desenvolvidos.

Quadro 9 – Requisitos não funcionais do sistema

RNF0001 - Aplicação web utilizando Angular			
A ferramenta deve ser disponibilizada na internet com utilização do framework Angular2 que utiliza sua estrutura MVC.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Alta	Aprovado	1.0
RNF0002 - Banco de dados MySql			
O banco de dados que será utilizado para armazenar as informações é o MySql na versão 5.5.31.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Média	Aprovado	1.0
RNF0003 - Linguagem de programação Typescript			
O sistema deve ser desenvolvido utilizando a linguagem de programação Typescript versão 1.7 ou superior.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Média	Aprovado	1.0
RNF0004 - Segurança, controle de seções			
O controle de acesso é algo essencial na internet e deve permitir somente usuários com autorização tanto no aplicativo <i>mobile</i> como na web e a autorização deve expirar a cada 30 minutos.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Média	Aprovado	1.0
RNF0005 – Usabilidade simples e intuitiva			
O software deve ser fácil de utilizar com telas intuitivas para o acesso dos funcionários e gerência.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Média	Média	Aprovado	1.0

RNF0006 – Disponibilidade			
Servidores redundantes, aplicativos com conexões alternativas.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Média	Média	Aprovado	1.0
RNF0007 – Compatibilidade com navegadores			
A compatibilidade mínima requerida é com os navegadores Google Chrome, Firefox e Microsoft Edge.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Média	Alta	Aprovado	1.0
RNF0008 – Logs de acesso			
Deve ser gravado todos logs dos usuários acessados e suas ações para conferência caso algum erro dos funcionários.			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0
RNF0009 – Utilização do Cordova (Somente <i>Mobile</i>)			
O aplicativo <i>mobile</i> deve ter como base o aplicativo web e utilizar o framework Cordova para transformar o código compatível com <i>smartphones</i> .			
Prioridade	Complexidade	Situação	Versão
Alta	Baixa	Aprovado	1.0

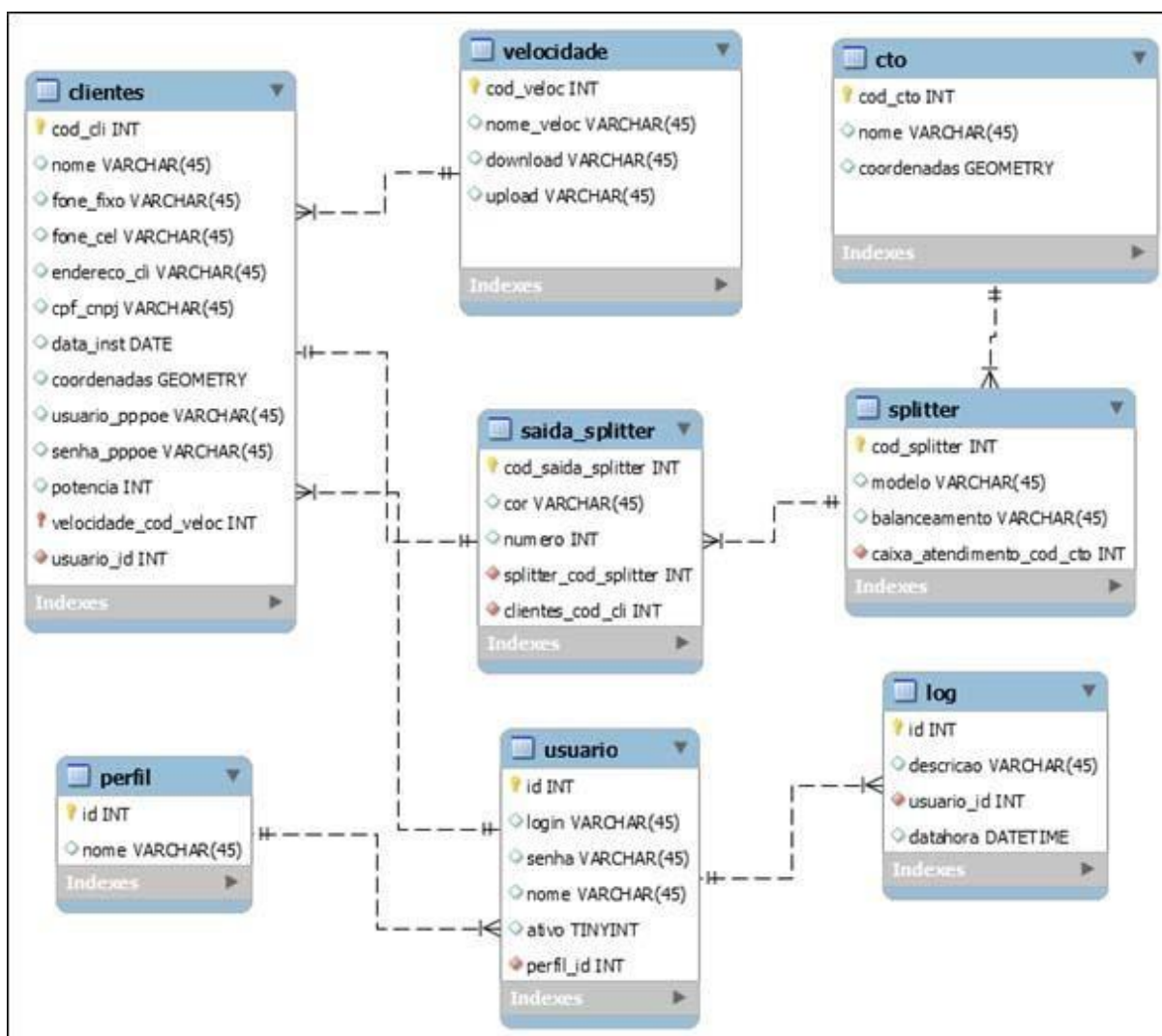
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Mais funções podem ser adicionadas em trabalhos futuros, caso isto ocorra os requisitos devem ser reavaliados para coincidir com os resultados esperados.

5.4 Modelo Entidade Relacionamento

Os dados mantidos pelo sistema propostos necessitam ser armazenados em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD). O SGBD escolhido para o projeto foi o MySQL devido a sua confiabilidade, facilidade e desempenho comprovado mundialmente, os dados foram armazenados em 8 tabelas, o modelo entidade relacionamento facilita a compreensão da estrutura e dos relacionamentos que cada tabela deve conter, a tabela pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 – Modelo entidade relacionamento



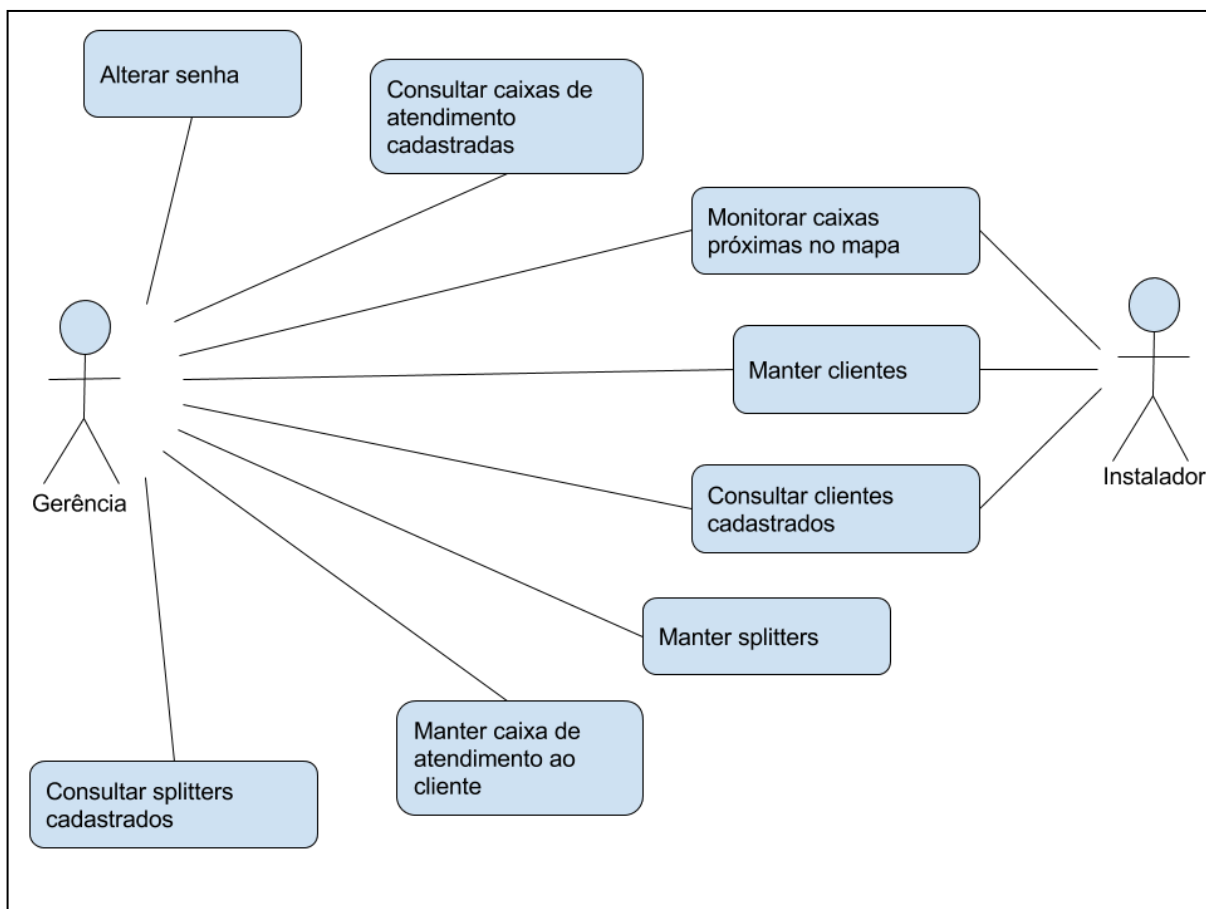
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

5.5 Diagrama de casos de uso do sistema web e *mobile*

O uso do sistema é feito por dois usuários utilizadores, são eles um usuário Gerente, com acesso completo ao sistema, mas sua principal função é o cadastro das caixas de atendimento, *splitters* e a gerência do sistema. E um usuário Instalador, que tem como função primária selecionar a melhor caixa de atendimento para instalar o novo cliente, ele também pode visualizar clientes já instalados e o mapa do sistema.

A Figura 21 mostra as funções a que cada usuário tem acesso.

Figura 21 – Diagrama de casos de uso



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

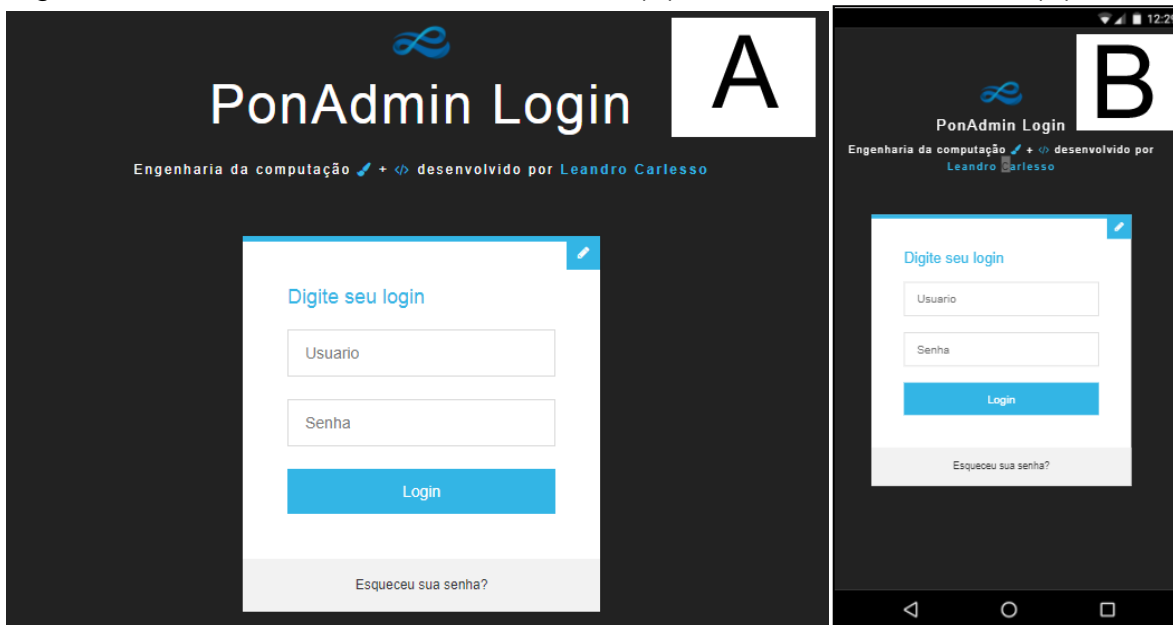
5.6 Interface do sistema

Apresentamos nesta seção a interface do sistema desenvolvido, para melhor compreensão e demonstração dos recursos do aplicativo.

5.6.1 Acesso ao sistema

A tela de acesso ao sistema tem por objetivo dar acesso aos usuários permitidos via login e senha previamente cadastrados, a Figura 22 (A) mostra o acesso web via navegador de internet, já a Figura 22 (B) mostra o acesso via aplicativo de celular.

Figura 22 – Tela de acesso ao sistema web (A) e tela de acesso mobile (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A tela e login é exibida a cada nova seção, mas é possível salvar o usuário e a senha para agilizar o acesso.

5.6.2 Menu do sistema

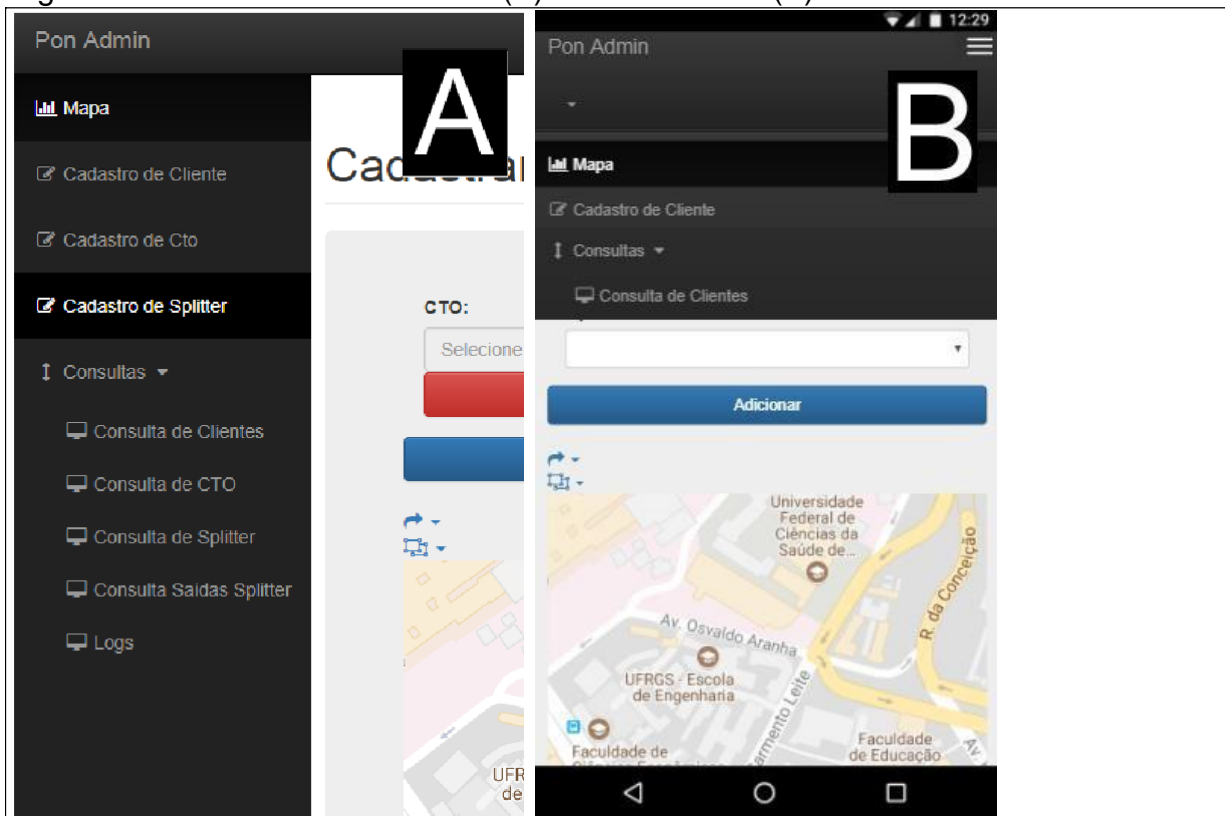
Após o login ser feito no sistema, a próxima tela que o usuário tem acesso é o menu do sistema, ele traz as opções em que cada perfil tem acesso, a Figura 23 (A) mostra o menu do sistema web, com o usuário Gerência, já a Figura 23 (B) mostra o aplicativo *mobile* com o usuário Instalador.

O menu do sistema está separado nos seguintes itens:

- 1. Mapa:** Visualização das caixas de atendimento e clientes distribuídos no mapa em suas posições, os usuários têm a informação dos clientes conectado em cada caixa de atendimento ao clicar nela;
- 2 Cadastro de Cliente:** O cadastro do cliente armazena as informações pessoais e as informações e sobre a conexão do cliente, guarda as informações e cadastrada no servidor *Radius* da empresa;

- 3. Cadastro de CTO:** O cadastro de CTO ou caixa de atendimento ao cliente, armazena a posição geográfica e o nome que o utilizador designar a ela;
- 4. Cadastro de *Splitter*:** O cadastro de *splitter* guarda a informação de qual *splitter* foi instalado em cada caixa de atendimento;
- 5 a 8. Consultas:** As consultas são apenas uma busca ao banco de dados trazendo as informações já cadastradas, cada consulta condiz com o seu cadastro;
- 9. Logs:** A guia de consulta de logs busca as informações de o que cada usuário fez no sistema, inclusão, exclusão, alteração, data e a hora.

Figura 23 – Menu do sistema web (A) e menu mobile (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Na sequência apresentaremos uma demonstração das consultas e dos cadastros, com seus requisitos e funções.

5.6.3 Cadastro de CTO (Caixa de atendimento ao cliente)

A caixa de atendimento ao cliente ou caixa de terminação óptica é a caixa que fica instalada no poste da concessionária de energia, geralmente ela tem instalada

no seu interior um *splitter* óptico com várias saídas, e essas saídas são conectadas aos clientes finais, a Figura 24 mostra o cadastro das caixas de atendimento no sistema.

Os projetistas analisam vários fatores para a instalação das caixas como densidade, previsão de crescimento e distância até as residências, mas em uma área com densidade média geralmente há pelo menos uma caixa de atendimento a cada quadra com 8 ou 16 saídas no *splitter*.

Figura 24 – Cadastro de caixa de atendimento

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O cadastro de caixa de atendimento tem como requisito obrigatório a inserção de um nome e das coordenadas, no caso da utilização do aplicativo *mobile* as coordenadas já são preenchidas automaticamente com a posição GPS do *smartphone*, no caso do aplicativo web ou se a posição do *smartphone* não for a que se deseja, surge um campo com auto-complete do endereço. Ao selecionar o endereço ele é mostrado no mapa com uma marcação, que pode ser alterada gerando assim a posição desejada no mapa e assim é possível inserir no sistema.

5.6.4 Cadastro de *Splitter*

O *splitter* óptico é divisor de potência, ele é um dos principais fatores para as redes FTTH estarem chegando a maioria das residências, como ele é um elemento

passivo, ele não precisa de energia o que facilita sua instalação e manutenção, eles são instalados dentro das caixas de atendimento ao cliente.

Quando iniciamos o cadastro de um *splitter* precisamos informar a caixa de atendimento que ele será instalado e seu modelo, para selecionar a caixa de atendimento há um botão Pesquisar após clicar é aberto um mapa com as caixas de atendimento cadastradas ao clicar em uma delas o seu código é preenchido no campo CTO, como a Figura 25 exhibe.

Como há muitos modelos, a tela de cadastro tem algumas opções, ao selecionar o tipo como *splitter* uma nova opção é mostrada, essa opção é o modelo que varia de 1/2 uma entrada e duas saídas até 1/32 uma entrada e trinta e duas saídas. Apenas em um dos casos o modelo de 1/2 tem outra opção requisitada, o balanceamento que pode ser de 50/50 até 90/10, esse balanceamento se dá por uma saída com mais potência que a outra, geralmente utilizado em uma rodovia ou local de pouca densidade populacional, onde se deixa apenas uma parte do sinal e continua-se com a maior parte dele.

Figura 25 – Cadastro de *Splitter*

The screenshot shows a web application interface for registering a splitter. On the left is a dark sidebar with navigation links: 'Mapa', 'Cadastro de Cliente', 'Cadastro de Cto', 'Cadastro de Splitter', and 'Consultas'. The main area is titled 'Cadastrar Splitter'. It contains three input fields: 'CTO:' with a text box containing '13' and a red 'Pesquisar' button; 'Tipo:' with a dropdown menu set to 'Splitter'; and 'Modelo:' with a dropdown menu showing options '1/2', '1/4', '1/8', '1/16', and '1/32'. Below these is a 'Balanceamento:' dropdown set to '50/50'. A large blue 'Adicionar' button spans the width of the form. At the bottom is a map showing a street grid with several location pins. Two pins are labeled 'CTO ROBERTO' and 'CTO SINDICATO VELHO'. Other labels on the map include 'Adroir Siqueira', 'Correios - Ilópolis', 'Museu do Pão / Moinho Colognese', 'Mini Mercado Viva', and 'Banrisul'.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Como na caixa de atendimento podemos ter instalado nela além dos *splitter* cabos de fibra óptica foi utilizado esse cadastro para adicionar a caixa de atendimento a informação de entrada dos cabos, ao selecionar o tipo, podemos escolher *splitter* ou cabo, quando selecionamos cabo outra opção é aberta pedindo a quantidade de fibras que o cabo possui.

5.6.5 Cadastro de Cliente

Um dos pontos mais importantes deste projeto é o cadastro de clientes, todos os outros cadastros dão suporte a ele, a cada nova inclusão de cliente ele armazena todas as informações no sistema.

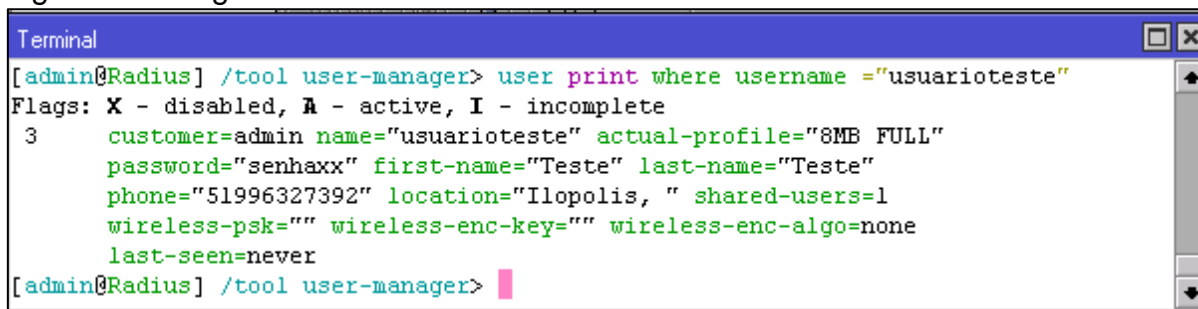
Ao iniciar o cadastro o sistema já preenche automaticamente alguns campos, outros são requisitados ao usuário para inclusão de um novo cliente como é explicado abaixo:

1. **Nome:** Preenchimento obrigatório, o nome do cliente é fundamental para manutenção do mesmo;
2. **Telefone:** Preenchimento obrigatório, utilizado para manutenção e contato do cliente;
3. **CPF/CNPJ:** Preenchimento obrigatório, utilizado para emissão de títulos de cobrança;
4. **Data Instalação:** Preenchimento automático, sistema preenche com base no horário do servidor;
5. **Usuário PPPoE:** Preenchimento automático, sistema faz um cálculo de números aleatórios e junta com as primeiras quatro letras do nome do cliente;
6. **Senha PPPoE:** Preenchimento automático, sistema gera uma senha aleatória;
7. **Coordenadas:** Preenchimento automático, pega informação das coordenadas GPS do dispositivo, também há opção de buscar coordenadas no mapa;
8. **CTO:** Preenchimento obrigatório, sistema exibe um mapa ao clicar na lupa, com as caixas cadastradas basta somente selecioná-las no mapa;
9. **Saída Splitter:** Preenchimento obrigatório, sistema busca no banco de dados pela caixa de atendimento selecionada traz as saídas livres dos *splitters* e popula no combobox;

10. Velocidade: Preenchimento automático, as velocidades são previamente cadastradas apenas selecionar no combo-box;

Após a validação dos dados o sistema cadastra o cliente no banco de dados da aplicação, e então gera uma conexão via SSH ao servidor *Radius* da empresa, que cadastra as informações do PPPoE, a Figura 26 apresenta os dados já inseridos no servidor *Radius* da empresa. Assim, o instalador após ter feito o cadastro do cliente pode instalar a ONU no local e informar o usuário e senha PPPoE que foi recém cadastrado.

Figura 26 – Log do servidor *Radius* do cliente cadastrado



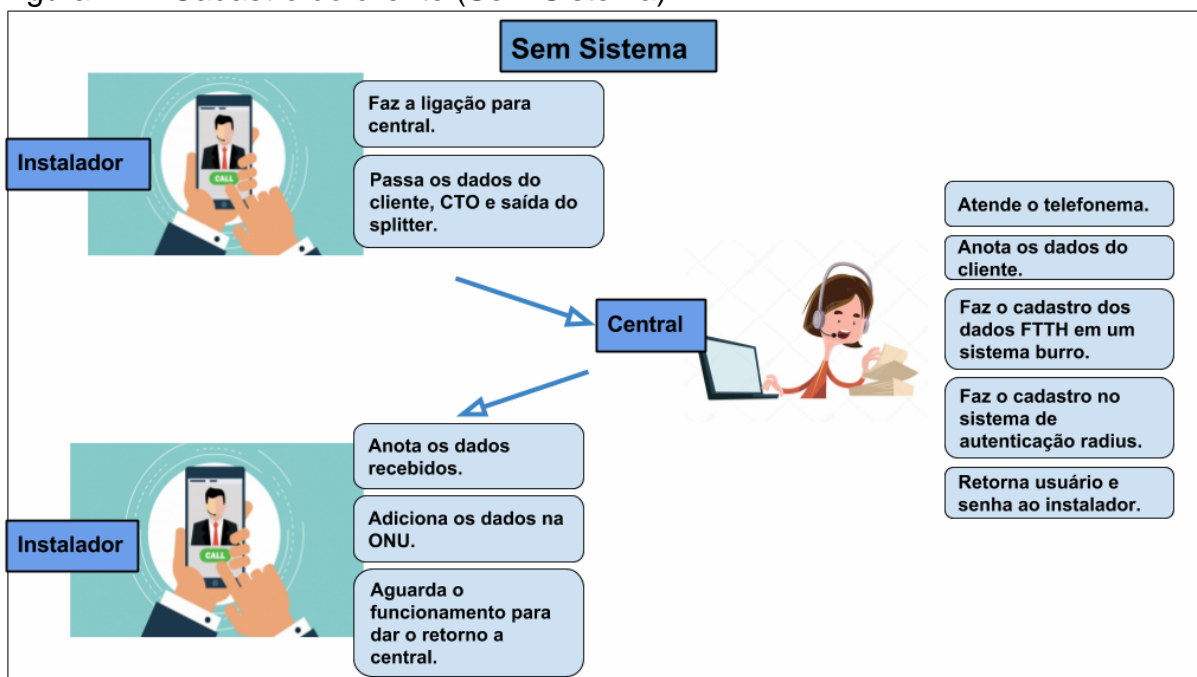
```
Terminal
[admin@Radius] /tool user-manager> user print where username = "usuarioteste"
Flags: X - disabled, A - active, I - incomplete
3   customer=admin name="usuarioteste" actual-profile="8MB FULL"
    password="senhaxx" first-name="Teste" last-name="Teste"
    phone="51996327392" location="Ilopolis, " shared-users=1
    wireless-psk="" wireless-enc-key="" wireless-enc-algo=none
    last-seen=never
[admin@Radius] /tool user-manager>
```

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O processo de inclusão de um novo cliente se altera de complexo para descomplicado e acessível, pois em um único cadastro o sistema tem todos os dados da instalação do cliente.

A Figura 27 mostra como funciona o cadastro do cliente do provedor sem utilização do sistema, é necessário mais uma pessoa envolvida no cadastro para ter acesso aos sistemas internos.

Figura 27 – Cadastro do cliente (Sem Sistema)



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A Figura 28 mostra como é feito o cadastro do cliente com o sistema desenvolvido, muitas etapas são eliminadas trazendo mais agilidade na instalação e com muitas informações adicionais importantes para gerência e gestão.

Figura 28 – Cadastro do cliente (Com Sistema)



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A Figura 29 apresenta a tela do sistema de cadastro de cliente, acessado via navegador web.

Figura 29 – Tela cadastro de cliente (WEB)

The screenshot shows a web browser interface for a client registration system. The top navigation bar includes 'Pon Admin' and a dropdown menu. A sidebar on the left contains links for 'Mapa', 'Cadastro de Cliente', 'Cadastro de Cto', 'Cadastro de Splitter', and 'Consultas'. The main content area is titled 'Cadastrar cliente' and features a 'Novo cliente' button. The registration form includes the following fields: 'Nome' (text input), 'Telefone' (text input), 'CPF/CNPJ' (text input), 'Data Instalação' (date input, showing 14/8/2017), 'Usuario PPPOE' (text input), 'Senha PPPOE' (text input, showing 49738), 'Coordenadas' (text input with a 'GPS' button and a red search icon), 'CTO' (text input with a 'Selecionar CTO' button and a red search icon), 'Saida Splitter' (dropdown menu), and 'Velocidade' (dropdown menu). A large blue 'Adicionar' button is at the bottom.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A Figura 30 mostra o cadastro de cliente, acessado via aplicativo *mobile* acessado pelos instaladores da empresa.

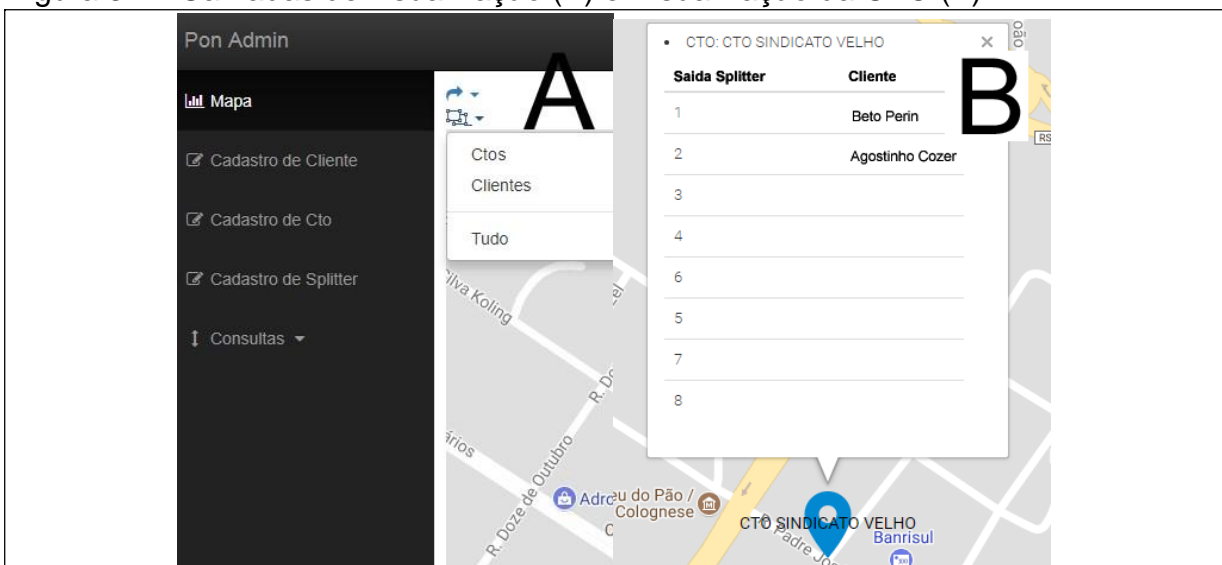
Figura 30 – Tela Cadastro do cliente (Mobile)

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for client registration. The left screenshot shows the initial form with fields for 'Nome', 'Telefone', 'CPF/CNPJ', 'Data Instalação' (14/8/2017), 'Usuario PPPOE', 'Senha PPPOE' (49738), 'Coordenadas', 'CTO', 'Saida Splitter', and 'Velocidade'. The right screenshot shows the same form with the 'Coordenadas' field populated with '-28.9279491, -52.1244696' and the 'CTO' field populated with 'Selecionar CTO'. Both screenshots feature a red search icon and a blue 'Adicionar' button at the bottom.

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

5.6.6 Dados do Mapa

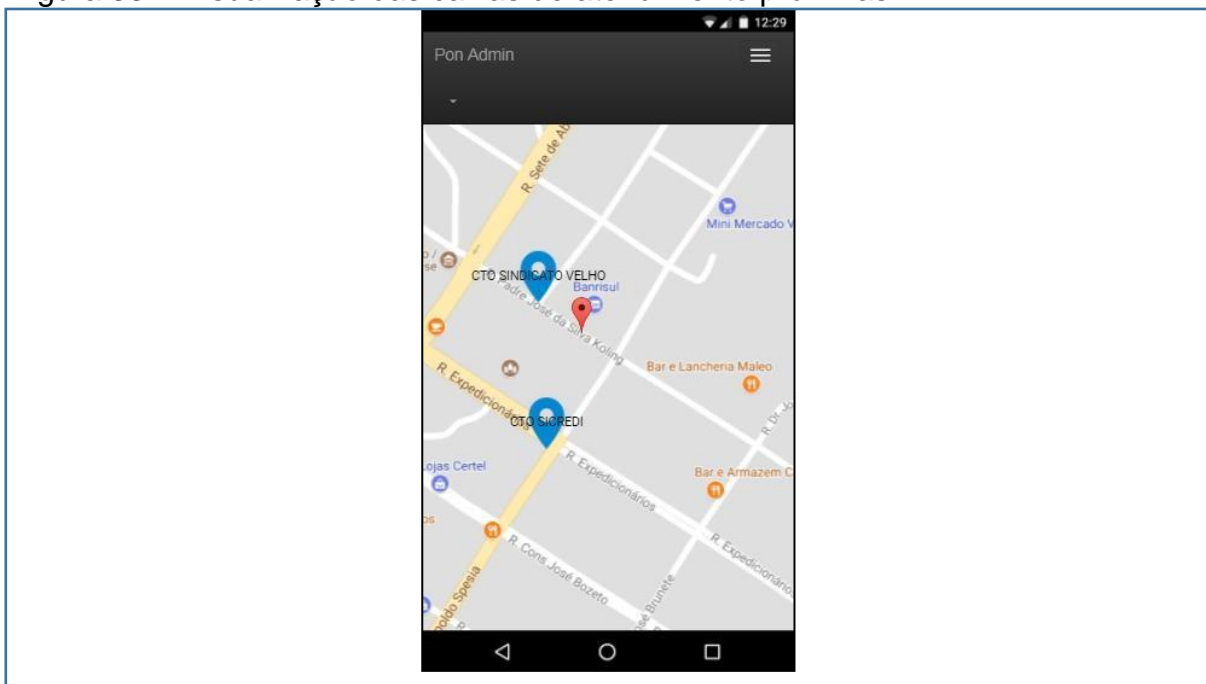
Figura 32 – Camadas de visualização (A) e Visualização da CTO (B)



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Uma das vantagens de utilizar o aplicativo é a facilidade de reconhecimento da rede, a Figura 33 exibe o mapa aberto no aplicativo *mobile*, nele são exibidas as caixas de atendimento próximas ao instalador, a posição do instalador é obtida pelas coordenadas do dispositivo. Na tela, o instalador está com o marcador em vermelho, enquanto as caixas de atendimento mostram em azul.

Figura 33 – Visualização das caixas de atendimento próximas



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

5.6.7 Consulta de Clientes

A consulta de clientes traz informações dos clientes geralmente utilizado para alguma manutenção pós-instalação, a Figura 34 mostra como os dados são exibidos no sistema.

Figura 34 – Consulta de clientes no sistema

Pon Admin

Mapa

Cadastro de Cliente

Cadastro de Cto

Cadastro de Splitter

Consultas

Consulta de Clientes

Consulta de CTO

Consulta de Splitter

Consulta Saidas Splitter

Logs

Consultar cliente

Consultar clientes

Clientes Registrados

ID	Nome	Telefone	Endereço	Coordenadas	DataInstalação	Velocidade
49	Luis Denardi	37741012	R. Expedicionários, 930, Ilópolis - RS, 95990-000, Brasil	-28.927123, -52.126093999999966	17/4/2017	5MB Atualizar
50	geno capra	37741002	R. Expedicionários, 930, Ilópolis - RS, 95990-000, Brasil	-28.927123, -52.126093999999966	17/4/2017	10MB Atualizar
52	Norberto Bertuol	5137741001	R. Expedicionários, 1169-1203, Ilópolis - RS, 95990-000, Brasil	-28.92618804721038, -52.12808847427368	17/4/2017	5MB Atualizar
53	Norberto BB	123311111	R. Expedicionários, 1205-1255, Ilópolis - RS, 95990-000, Brasil	-28.9260061, -52.128327099999998	17/4/2017	1MB Atualizar
54	Norberto ccc	1231231231	R. Expedicionários, 1205-1255, Ilópolis - RS, 95990-000, Brasil	-28.9260061, -52.128327099999998	17/4/2017	10MB Atualizar

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

6 AVALIAÇÃO E RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos após o desenvolvimento do sistema e sua implantação em uma empresa de Telecom, os resultados foram obtidos com base em entrevistas elaboradas pelo autor após duas semanas de testes, os utilizadores do sistema foram três usuários instaladores e um usuário como permissão de gerência.

Após o período de utilização foi feito uma entrevista com os usuários sobre a usabilidade e utilidade da ferramenta os seus pontos positivos e negativos, as sugestões e melhorias, e os resultados encontram-se a seguir.

a) Pontos Positivos

- Facilidade de inclusão de novos clientes;
- Ótima visualização das CTOs e clientes no mapa;
- Fácil interação com menus e janelas;
- Preenchimento automático de vários campos;
- Praticidade nas consultas via smartphone;
- Todos os dados do cliente e conexão no mesmo local.

b) Pontos Negativos

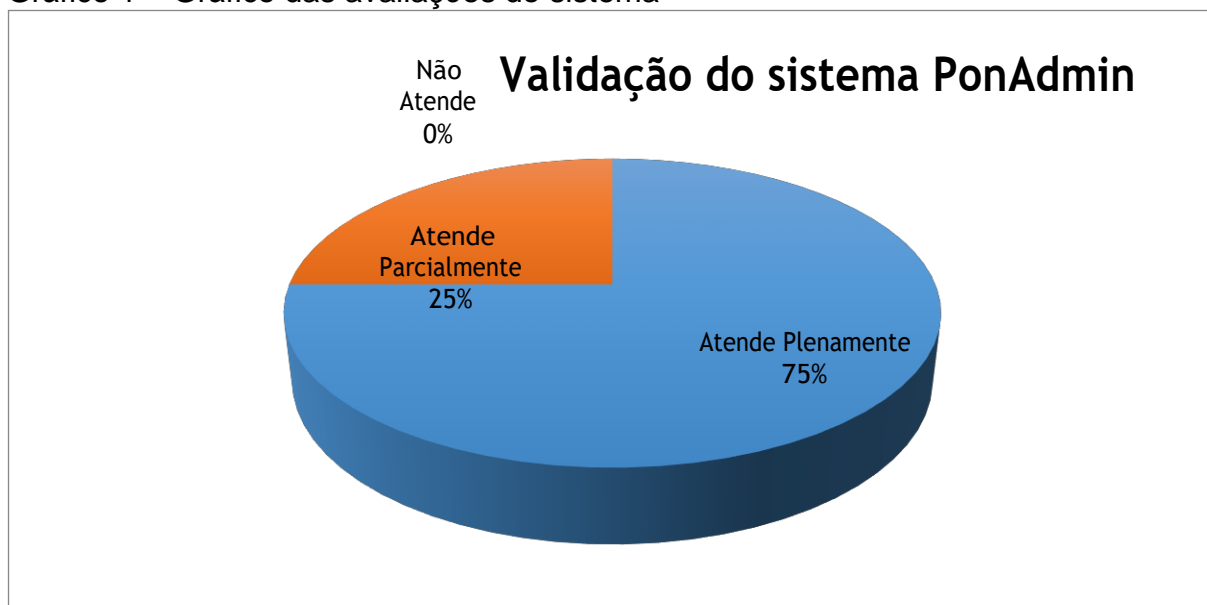
- Dificuldade de selecionar o local no smartphone sem GPS;
- Alguns erros aleatórios geram o travamento do sistema, que precisava ser recarregado.

c) Sugestões e Melhorias

- Criação de Mapa de Cabos;
- Permitir acrescentar uma Foto dos postes onde estão as CTOs;
- Integrar com o sistema de cobrança;
- Integrar com o sistema de ordens de serviço.

Os resultados obtidos com a avaliação do sistema desenvolvido são exibidos no Gráfico 1, que demonstra a opinião dos utilizadores sobre o software, quando foram perguntados: "Na sua avaliação, o sistema atende os requisitos e necessidades de um provedor em relação a gerência e administração das redes FTTH?"

Gráfico 1 – Gráfico das avaliações do sistema



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Portanto, pode-se perceber que o software consegue suprir as necessidades básicas do provedor, levando em consideração que o software está em seu primeiro teste de usabilidade foi bem aceito pelos usuários utilizadores e suas opiniões ajudam a implementação de novas funcionalidades e melhorias no mesmo.

Quando aos pontos negativos, em relação ao travamento do aplicativo foi verificado que só ocorria nos navegadores de internet com versões desatualizadas, utilizando um navegador atualizado não foi detectado nenhuma falha.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou-se uma breve abordagem sobre a evolução dos meios de comunicação utilizados para transmissão de internet, então apresentamos o cenário atual com um aumento considerável do uso da comunicação por fibra óptica FTTH, devido as suas vantagens apresentadas.

Foram analisadas características que influenciam a implementação da tecnologia de redes ópticas passivas, no contexto de redes de fibras ópticas até as residências dos usuários. Nos próximos anos espera-se que essa tecnologia esteja presente em muitas residências e pontos comerciais e, portanto, é de extrema importância que os provedores utilizem ferramentas para gerência e documentação destas redes, para posterior manutenção e facilidade nos controles necessários.

Então, frente a essa a necessidade da gerência destas redes ópticas, pois ao longo do tempo, se não houver uma boa documentação ela se torna complexa de administrar, propôs-se o desenvolvimento de um sistema de gerência para redes PONT (FTTH), para atender as necessidades de um provedor local.

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que o sistema se apresentou suficiente para gerência e gestão da rede FTTH do provedor para o qual a solução foi desenvolvida, pois além de agilizar a instalação dos clientes ele dá suporte ao instalador e ao gestor da empresa, otimizando processos e facilitando a administração da rede óptica.

Após o desenvolvimento do trabalho foram identificadas novas funcionalidades que podem fazer parte de trabalhos futuros, dentre elas estão:

- Integração com o sistema de cobrança;
- Módulo de ordens de serviço;
- Calcular e perspectiva de luz chegando ao assinante;
- Exibir os mapas de cabos.

Ao final deste trabalho, conclui-se que os objetivos propostos foram cumpridos com êxito. O autor pretende continuar com o desenvolvimento da ferramenta e talvez disponibilizar a solução no mercado, para que o mesmo possa atender e auxiliar outras empresas da área.

REFERÊNCIAS

ANGULARJS. **Guide to AngularJS Documentation**. Google Inc. 2017. Disponível em: <<https://docs.angularjs.org/guide/concepts>>. Acesso em: 28 abril 2017.

CERVO, Amado Luiz. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo. 2006.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação**. 3. ed. Lajeado: Univates, 2015.

CORDOVA. **Apache Cordova**. Disponível em <<https://cordova.apache.org/>>. Acesso em: 21 maio 2017.

COSTA, Carlos J. **Desenvolvimento para Web**. Portugal: Lusocrédito, 2007.

FERRARO, Richard; AKTIHANOGLU, Murat. **Location-Aware Applications**. Shelter Island: Manning Publications, 2011.

FRENZEL, Louis E. **Fundamentos de Comunicação Eletrônica**. 3. ed. São Paulo: AMGH. 2013.

FTTH COUNCIL. **FTTH Fibra óptica até a residência**. 2009. Disponível em <http://www.bbcmag.com/Primers/ftthprimer_Por09_webFINAL.pdf>. Acesso em: 17 abril 2017.

FURUKAWA. **Furukawa Electric Brasil**. Disponível em <www.furukawa.com.br>. Acesso em: 14 maio 2017.

GEOGRIDMAPS. **Documentação de Redes de fibra Óptica**. Disponível em:<www.geogridmaps.com.br>. Acesso em: 08 maio 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIORGINI, Daniel Laper. **FTTH:Análise da Opticalização da Rede de Acesso para Aumentar os Serviços de Banda Larga Utilizando a Tecnologia GPON**. Santa Rita do Sapucaí. 2010. 35p.

GOOGLE INC. Google Android. **API do Google Android**. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio>>. Acesso em: 27 março. 2017.

GOOGLE INC. Google Maps. **API do Google Maps**. Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation>>. Acesso em: 23 março 2017.

KEISER, Gerd. **Comunicações por fibras ópticas**. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

KITAYAMA, Ken-ichi; MASETTI-PLACCI, Francesco; PRATI, Giancarlo. **Optical Networks and Technologies**.1. ed. USA: SPRINGER, 2006.

LAFATA, P. **Advanced Algorithm for Optimizing the Deployment Cost of Passive Optical Networks**, Prague, 11, n. 1, Março 2013. 10p.

LAM, Cedric. **Passive Optical Networks Principles And Prattice**, 1.ed. California, USA: ELSEVIER, 2007.

LECHETA, Ricardo R. **Google ANDROID Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com Android SDK**. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2014.

LEVAY, Leonardo S. **Ferramenta para Projetos de Redes Ópticas Passivas PON**. Trabalho de Conclusão de Curso Em Engenharia Elétrica, 2013, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 76p.

MARIN, Paulo Sérgio. **Cabeamento Estruturado**. 5. ed. São Paulo: ÉRICA, 2015.

OPTNET. **Software de Documentação de rede Óptica, Gerenciamento, Fibras Óptica, Gpon, DWDM**. Disponível em: <www.optnet.com.br>. Acesso em: 08 maio 2017.

ROSS, Julio. **Redes de Computadores**, 1. ed. São Paulo: TEC, 2008.

SESHADRI, Shyam; GREEN, Brad. **Desenvolvendo com AngularJS: aumento de produtividade com aplicações web estruturadas**. Novatec, 2008.

SHARMA, Vivek; SHARMA, Rajiv. **Desenvolvendo Sites de e-Commerce**. São Paulo: MAKRON Books, 2001.

SPURLOCK, Jake. **Bootstrap**. 1. ed. Sebastopol, CA. O'Really Media, 2013.

VILLALBA, Tany V. **Distribuição de Divisores de Potência em Redes Ópticas Passivas Utilizando Algoritmos Genéticos**. São Carlos: EESC, 2009.